Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 22/23 (SEITE 321—344) · 30. MAI 1941 · 29. JAHRGANG

INHALT:

Die Bedeutung des Geruchsinnes im Leben der Fische. Von K. v. FRISCH. (Mit 13 Figuren) 321

Die chemische Untersuchung des Schreckstoffes aus Elritzenhaut. Von RUDOLF HÜTTEL . . . 333

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Über die Zusammenwirkung des H_2S mit Schwermetallsalz auf das Lab. Von HIDEO MORIYAMA und SHUNKICHI OHASHI 334

Steuerwirkung eines geladenen Teilchens im Feld einer Sekundäremissionskathode. Von M. KNOLL. (Mit 2 Figuren) 335

Über die Sekundärstrahlung der Mesotronen. Von GIUSEPPE COCCONI. (Mit 2 Figuren) . . 336

Röntgenographische Hochtemperaturaufnahmen an Berylliumoxyd. Von H. NITKA. 336

Bemerkung zu meiner Mitteilung „Über die zwischen linearen Kettenmolekülen mit Peptidbindungen wirkenden Kräfte". Von R. BRILL. 337

Resistenzversuche mit polyploiden Pflanzen. Von KARL PIRSCHLE. 338

Zur Polymerisation in einem Fällungsmittel. Von E. JENCKEL und S. SÜSS 339

BESPRECHUNGEN:

MASING, GEORG, Grundlagen der Metallkunde in anschaulicher Darstellung. (Ref.: Rud. Schenck) 339

KOPFERMANN, HANS, Kernmomente. (Ref.: H. Schüler) 340

BAWDEN, F. C., Plant Viruses and Virus Diseases. (A New Series of Plant Science Books. Edited by Frans Verdoorn, Vol. V.) (Ref.: G. A. Kausche) 340

Rassen und Kulturen Afrikas. Von GEORG ECKERT 342

Vor kurzem erschien:

Sichtbeobachtungen

vom meteorologischen Standpunkt

Von

Friedrich Löhle

Mit 45 Abbildungen. IV, 119 Seiten. 1941. Steif geheftet RM 7.80

Wenn ein Flugzeugführer von einem Meteorologen über die Sichtverhältnisse auf einer Flugstrecke beraten wird, taucht die Frage nach der Sichtweite in derselben Ursprünglichkeit auf wie in grauer Vorzeit: Gefragt wird nach der „Sicht", genauer nach der „Sichtweite", die kennzeichnend ist für das örtlich und zeitlich veränderliche „Gesicht" des Geländes und des Luftraumes. Aufgabe der Sichtschätzung ist es, die jeweiligen Sichtverhältnisse der Beschreibung und Mitteilung in Form von Meldungen zugänglich zu machen. Über die Art und Weise der Durchführung von Sichtbeobachtungen bestehen gewisse Abmachungen und Vereinbarungen, die in sogenannten Anleitungen niedergelegt sind. Auch wenn die bestehenden Vorschriften sorgfältig beachtet werden, unterlaufen bei den Sichtschätzungen unkontrollierbare zufällige, systematische und persönliche Fehler. Mehr als andere meteorologische Beobachtungen setzen Sichtschätzungen eine große Umsicht, Gewissenhaftigkeit und volle Hingabe an die Sache voraus. Eine Beschäftigung mit dem Gebiet der Sichtschätzung und Sichtmessung verhilft zu jener Vertiefung der Kenntnisse, Aufgeschlossenheit und inneren Bereitschaft, die für die Heranbildung eines Stammes guter Beobachter unerläßlich sind. In den Dienst dieser Aufgabe stellt sich die vorliegende Monographie. Sie ist besonders geeignet, dem in Kreisen der Flugmeldekompanien, der Flak, der Artillerie und Aufklärungseinheiten bestehenden Bedürfnis nach Beschäftigung mit Sichtfragen entgegenzukommen.

Inhaltsübersicht:

1. Sicht. 2. Sichtgrad. 3. Sichtweite. 4. Unterschiedsschwelle. 5. Sichtskala. 6. Sichtstufenformel. 7. Sichtmarken. 8. Fernglasbeobachtungen. 9. Sichtgrenze. 10. Fernsichten. 11. Föhnsicht. 12. Luftfarben. 13. Filterbeobachtungen. 14. Luftkörper und Sichtweite. 15. Sichtschwankungen. 16. Relative Feuchtigkeit und Sicht. 17. Windstärke und Sicht. 18. Windrichtung und Sicht. 19. Trübung der Luft durch Rauch und Staub. 20. Nebelsicht (Vorhersage von Frontalnebel; Vorhersage von Luftmassennebel). 21. Wettervorhersage und Sicht. 22. Sichthorizont. 23. Flugsicht (Flugsicht gegen die Sonne; Flugsicht in Richtung der Sonnenstrahlen). 24. Sicht bodenwärts. 25. Horizontalsicht in Flughöhe. 26. Nachtsicht. 27. Feuersicht. 28. Sichttheorie. 29. Fernaufnahmen und Infrarotphotographie. 30. Sichtmeßgeräte. Schlußwort. Literaturverzeichnis. Sachverzeichnis. Namenverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an
Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24, erbeten.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung (entsprechend § 42 des Verlagsgesetzes) der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachliche Ausgaben vor.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

BEZUGSQUELLEN

ANALYSENWAAGEN

Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

MIKROTOME

Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

OPTIK

J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

PRÄZISIONSWAAGEN

Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

Soeben erschien:

Zehn Jahre Elektronenmikroskopie

Ein Selbstbericht des AEG-Forschungsinstituts

Herausgegeben von

Professor Dr. **Carl Ramsauer,** Berlin

Mit 150 Abbildungen. 127 Seiten. 1941. Steif geheftet RM 4.—

Inhaltsübersicht:

I. Elektronenoptik und Elektronenmikroskopie. — II. Apparaturen und Abbildungen. — III. Emissions-Mikroskopie. — IV. Durchstrahlungs-Mikroskopie. — V. Die Abbildungs-Übermikroskope des Forschungsinstituts der AEG. — VI. Veröffentlichungen.

Ende 1930 begannen im AEG-Forschungsinstitut die systematischen experimentellen Arbeiten mit dem Ziel, die geometrische Optik für Elektronen durchzubilden und ein Elektronenmikroskop mit sehr starker Vergrößerung zu bauen. — Heute ist die geometrische Elektronenoptik weitgehend ausgebaut. Sie ist das Fundament, auf dem die neuzeitliche Oszillographen- und Fernsehröhre, der Bildwandler, das Elektronenmikroskop und manches andere Gerät gewachsen oder zu hoher Vollendung gebracht worden sind. Auch das „Elektronenmikroskop mit sehr starker Vergrößerung", das bei hoher Auflösung später vom AEG-Forschungsinstitut als „Übermikroskop" bezeichnet wurde, ist inzwischen für die Form des Durchstrahlungsmikroskops verwirklicht worden. — Die Schrift zeigt am Beispiel des Elektronenmikroskops, wie bei der deutschen elektrotechnischen Industrie die Forschungsarbeit auf einem neuen Gebiet in umfassender Weise gefördert wird. Dabei wird eine Auswahl von elektronenmikroskopischen Aufnahmen vorgelegt, die — in verschiedenen Veröffentlichungen über ein Jahrzehnt zerstreut oder bisher unveröffentlicht — in ihrer Zusammenstellung in besonderer Weise geeignet sind, ein anschauliches Bild der Möglichkeiten der gesamten Elektronenmikroskopie zu geben, sei es, daß es sich um die bildmäßige Erschließung glüh- und lichtelektrischer Vorgänge, sei es, daß es sich um die Überschreitung der Auflösungsgrenze des Lichtmikroskops durch das Übermikroskop handelt.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

29. Jahrgang | 30. Mai 1941 | Heft 22/23

Die Bedeutung des Geruchsinnes im Leben der Fische[1]).

Von K. v. Frisch, München.

Wenn jemand einen anderen nicht leiden mag, so hört man gelegentlich den Ausspruch: „Ich kann ihn nicht riechen." Wer diese Redewendung gebraucht, wird sich selten dessen bewußt sein, daß bei der Mehrzahl der Wirbeltiere tatsächlich der Geruchsinn, als der führende Sinn auf den Pfaden des Lebens, für die Zu- oder Abneigung gegenüber anderen Wesen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Welche Rolle er darüber hinaus auch beim Finden der Nahrung und als Warner vor den Feinden spielt, davon können wir uns kaum eine Vorstellung machen; denn bei uns ist dieser Sinn verkümmert. Wir gehören zu den *Mikrosmaten*, zu den Geschöpfen mit schlecht entwickeltem Geruchsorgan. Schon durch die anatomischen Verhältnisse in der Nasenhöhle bekunden die *Makrosmaten* im Gegensatz zu jenen die mächtige Entwicklung ihres Geruchsinnes. Bei ihnen sind die Nasenmuscheln, auf denen sich das Sinnesepithel des Riechnerven ausbreitet, nicht nur an Zahl vermehrt, sondern auch durch Faltenbildung stark vergrößert (Fig. 1, 2). Von den höheren Wirbeltieren sind außer dem Menschen die Vögel, ferner Fledermäuse und Affen Mikrosmaten. Sie haben gemeinsam, daß sie sich durch Flugvermögen, aufrechte Haltung oder Leben in den Bäumen mit der Nase vom Untergrund entfernt haben. Für die Säugetiere mit bodennaher Nase sind Riechspuren, die am Boden haften, von lebenswichtiger Bedeutung. Daher sind die meisten Säugetiere Makrosmaten. Der gewaltigen Oberflächenvergrößerung, welche die Sinnesfläche ihres Geruchsorganes erfahren hat, entspricht eine gesteigerte physiologische Leistung. Das ist jedem Hundefreund bekannt. Durch messende Untersuchungen von E. Matthes (1932) wissen wir, daß beim Meerschweinchen die Empfindlichkeit für gewisse Riechstoffe (Bromstyrol, Nitrobenzol) jene der menschlichen Nase um etwa das Tausendfache übertrifft. Mit einer besseren Entfaltung des Geruchsorganes pflegt eine schlechtere Entwicklung des Auges Hand in Hand zu gehen (Fig. 3). Bei den Makrosmaten ist der Geruchsinn, bei den Mikrosmaten in der Regel das Gesicht der führende Sinn.

Fig. 1a. Fig. 1b.

Fig. 1. Die Entfaltung der Nasenmuscheln bei Mikrosmaten (a: *Mensch*) und Makrosmaten (b: *Reh*). Längsschnitte durch den Kopf; Nasenscheidewand entfernt. Ausbreitung des Riechepithels punktiert. Aus v. Frisch 1926.

Gibt es auch bei den Fischen jene Sonderung in die zwei biologischen Gruppen der Mikrosmaten und Makrosmaten? Da ist die Vorfrage zu klären: *Können Wassertiere riechen?*

Noch vor einigen Jahrzehnten war dies lebhaft umstritten. Nagel (1898) hatte, ausgehend von den Verhältnissen beim Menschen und bei den landbewohnenden Wirbeltieren, das wesentliche Kennzeichen der Riechorgane darin gesehen, daß ihnen die adäquaten Reizstoffe in gasförmigem Zustande zugeführt werden, während jener andere Zweig des chemischen Sinnes, den wir als den Geschmack bezeichnen, auf flüssige Reizstoffe anspricht. Nach dieser Definition könnten Fische nur „schmecken", da ihren chemischen Sinnesorganen die Reizstoffe ausschließlich in Wasser gelöst zugeführt werden. Dem Biologen kann eine solche Auffassung nicht sinnvoll erscheinen. Auch bei den Fischen sind die Geruchs- und Geschmacksorgane anatomisch getrennt, und sie stimmen nach Lage und Innervation mit den entsprechenden Organen der landbewohnenden Wirbeltiere weitgehend überein: das *Geschmacksorgan* hat seinen

[1]) Vortrag im Verein für Naturkunde in München am 10. Februar 1941.

Sitz in der Mundhöhle, ohne allerdings auf diese beschränkt zu sein, es hat sein Zentrum im verlängerten Mark und wird von Ästen des Nervus facialis, glossopharyngeus und vagus versorgt; der *Geruchsinn* hat auch bei Fischen seinen Sitz in der

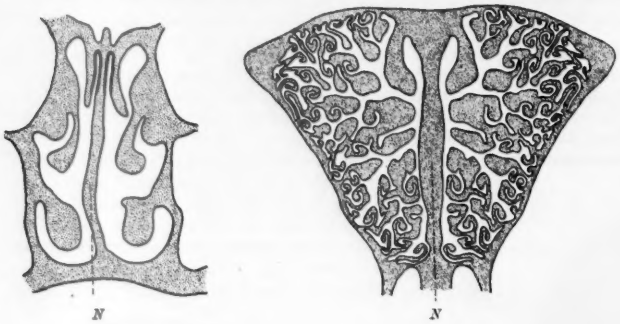


Fig. 2a. Fig. 2b.

Fig. 2. a) *Mensch*, b) *Reh*, Querschnitte durch die Nasenhöhlen entsprechend den Linien *aa* bzw. *bb* in Fig. 1. *N* Nasenscheidewand. Die stark ausgezogene Linie in Fig. 2a gibt die Ausbreitung des Riechepithels an, in b sind sämtliche Falten von Riechepithel bekleidet. Aus V. FRISCH 1926.

Nasenhöhle und als zugeordneten Hirnteil den Lobus olfactorius, mit dem er durch den N. olfactorius in Verbindung steht. Da die Nasenhöhle hier mit der Atmung nichts zu tun hat, ist sie gegen die Mundhöhle abgeschlossen und öffnet

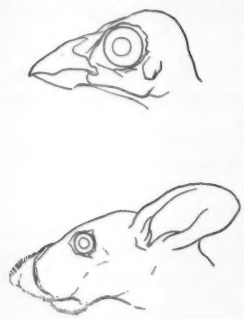


Fig. 3. Tiere mit schlecht entwickeltem Geruchssinn (oberes Bild: *Kanarienvogel*) pflegen besser entwickelte Augen zu haben als Tiere mit gutem Geruchsvermögen (unteres Bild: *Maus*). Um die wahre Schädelgröße zu zeigen, ist das Feder- bzw. Haarkleid abgezogen; damit man die wahre Größe des Augapfels erkennen kann, sind die Knochenränder der Augenhöhle entfernt. Nat. Gr.

sich jederseits mit einem zweiten Nasenloch wieder nach außen; sie ist *ausschließlich* in den Dienst des Geruchsinnes gestellt (Fig. 4, 5). Hautfalten am Boden der Riechgrube (Fig. 5) schaffen, wie die Nasenmuscheln der Säugetiere, eine Oberflächenvergrößerung für die Ausbreitung des Riechepithels; ein Hautwulst über der vorderen Nasenöffnung staut beim Schwimmen das Wasser durch die Grube; auch durch Flimmerepithel oder Muskelwirkung kann für die Zufuhr des Wassers und der darin enthaltenen Riechstoffe gesorgt sein.

Der anatomischen Trennung entspricht eine physiologische Sonderung. Mein Schüler STRIECK (1924) konnte Elritzen auf Riechstoffe (Cumarin, künstlichen Moschus, Skatol) und Schmeckstoffe (Traubenzucker, Essigsäure, Chinin, Kochsalz) dressieren. Sie lernten es, bei Wahrnehmung des Dressurstoffes, und *nur* bei diesem, in auffälliger Weise nach Futter zu suchen. Nach Zerstörung des Riechnerven reagierten sie nur mehr auf die Schmeckstoffe. Eine noch solange fortgesetzte Dressur auf Cumarin, Moschus oder Skatol blieb nunmehr erfolglos. Diese Substanzen sind also auch für die Fische *Riech*stoffe.

Es ist naheliegend, der Zweiteilung des chemischen Sinnes in Geruch und Geschmack bei den Fischen eine ähnliche Bedeutung beizulegen, wie sie bei den höheren Wirbeltieren zweifellos besteht: der Geruch ist, dank seiner besonderen Empfindlichkeit, ein Sinn, der in die Ferne reicht und schon von weitem zur Wahrnehmung eines Feindes oder zum Aufspüren der Nahrung verhelfen kann; der stumpfere Geschmack ist auch nach der Lage seiner Organe dazu bestimmt, die bereits aufgenommene Nahrung auf ihre chemischen Eigenschaften zu prüfen. Ich komme darauf noch zurück.

Man kann also bei Fischen mit demselben Recht wie bei Säugetieren von einem „Geruchsinn" sprechen, und es gibt *auch bei ihnen Mikrosmaten*

Fig. 4. Kopf der Elritze, *v. Ö.* vordere Nasenöffnung, *h. Ö.* hintere Nasenöffnung, *H* Hautbrücke, die beim Vorwärtsschwimmen das Wasser durch die vordere Nasenöffnung hineintreibt. Aus V. FRISCH 1935.

und Makrosmaten: Fig. 6 zeigt am Geruchsorgan des Hechtes ein kümmerliches Netzwerk von Falten, das sich nur wenig über den Boden der Nasengrube erhebt. Das Auge aber pflegt auch bei den Fischen größer zu sein, wenn das Geruchsorgan an Bedeutung zurücktritt. Beim Aal ist das Auge klein[1]), dagegen steht für die Ausbreitung

[1]) Daß beim Aal vor dem Eintritt der Geschlechtsreife die Augen größer werden, hängt mit seiner Abwanderung in die Tiefsee zusammen. Die Figur bezieht sich auf ein jüngeres Tier.

des Sinnesepithels in der langgestreckten Riechgrube eine große Anzahl wohlentwickelter Falten zur Verfügung (Fig. 7). Was der anatomische Gegensatz vermuten läßt, bestätigt der biologische Versuch: Hängt man in ein Becken mit jungen Aalen 2 Leinwandsäckchen ein, deren eines etwas

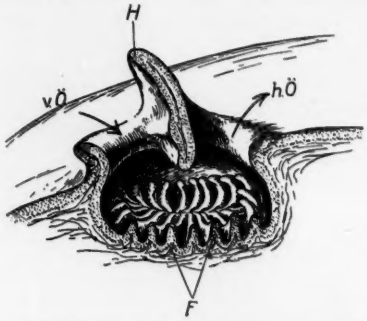


Fig. 5. Längsschnitt durch die Nasengrube einer Elritze, entsprechend der Linie *a—b* in Fig. 4. *F* Hautfalten am Boden der Nasengrube, auf denen sich das Riechepithel ausbreitet. *v. Ö.* vordere Nasenöffnung, *h. Ö.* hintere Nasenöffnung, *H* Hautbrücke.

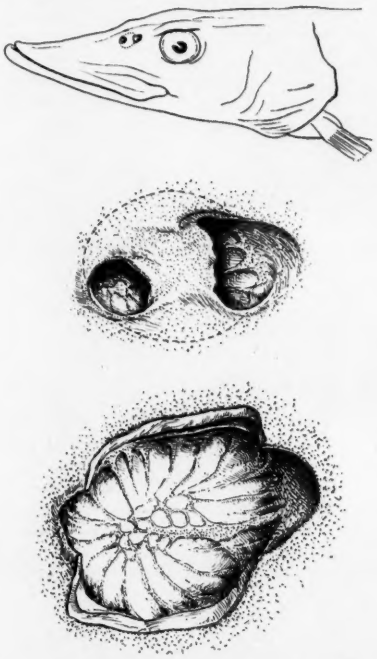


Fig. 6. Geruchsorgan vom *Hecht* (Fisch mit schlecht entwickeltem Geruchssinn, *Mikrosmat*). Das *obere Bild* zeigt das verhältnismäßig große Auge, vor ihm die kleine Riechgrube (punktiert umrissen) mit den beiden Nasenöffnungen. *Mittleres Bild:* Die Riechgrube mit den beiden Nasenlöchern stärker vergrößert. *Unteres Bild:* Riechgrube geöffnet, auf ihrem Boden nur kümmerliche Riechfalten.

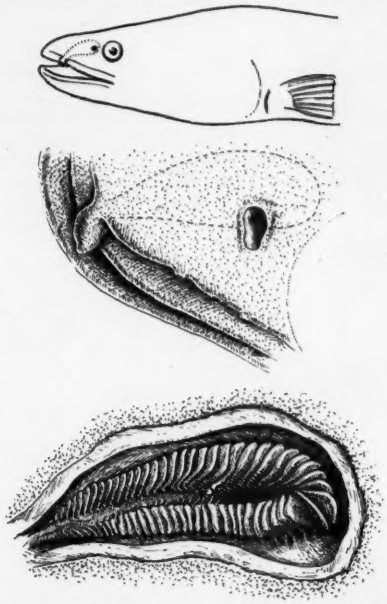


Fig. 7. Geruchsorgan vom *Aal* (Fisch mit gut entwickeltem Geruchssinn, *Makrosmat*). Das *obere Bild* zeigt das verhältnismäßig kleine Auge und die große Ausdehnung der Riechgrube, deren vorderes Nasenloch unmittelbar über der Mundöffnung liegt. *Mittleres Bild:* Die Riechgrube (Ausdehnung punktiert angedeutet) mit den beiden Nasenlöchern. *Unteres Bild:* Riechgrube geöffnet, um die zahlreichen, wohl entwickelten Riechfalten zu zeigen.

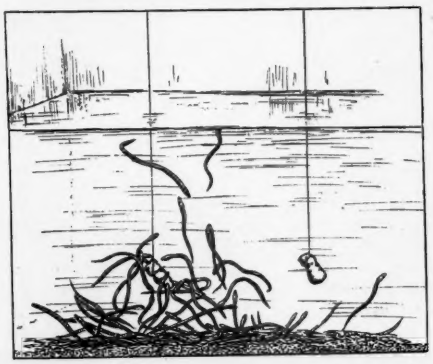


Fig. 8. In ein Becken mit Aalen werden zwei Leinenbeutel eingehängt; nur der linke enthält Futter. Nach weniger als 1 Minute sind die Aale aus dem Bodengrund hervorgekommen und haben sich um den Futterbeutel gesammelt (nach HESS).

Fleischbrei enthält, so geraten die Tiere, die im Bodengrund verborgen waren, nach wenigen Sekunden in lebhafte Aufregung. Nach kaum 1 Minute zeigt sich ein Bild, wie es in der Skizze Fig. 8 nach einer Photographie wiedergegeben ist (HESS 1913). Kein hungriger Hecht aber reagiert auf den Geruch unsichtbaren Futters, auch wenn

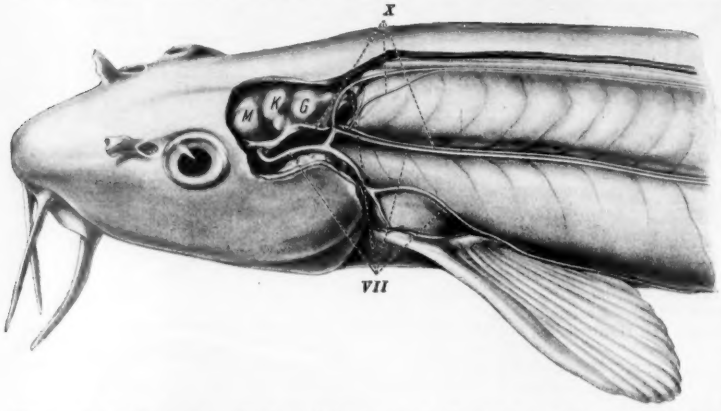


Fig. 9. Innervierung der Geschmacksknospen am Rumpf der Bartgrundel. *G* das stark entwickelte Geschmackszentrum am Vorderende des verlängerten Markes. *VII* die mächtigen *Facialis*äste zur Versorgung der Geschmacksorgane am Rumpf. *X* Nervenäste zur Versorgung anderer Sinnesorgane („Seitenorgane"). *K* Kleinhirn, *M* Mittelhirn (nach DIJKGRAAF).

es sich in seiner unmittelbaren Nähe befindet (WUNDER 1927, PIPPING 1926, 1927).

Daß auch bei den Fischen Geruch und Geschmack verschiedene Aufgaben haben, wird durch einen alten Versuch v. UEXKÜLLS (1895) belegt. Katzenhaie, denen man eine tote Sardine ins Becken wirft, beginnen bald zu suchen, und sie finden sie mit Hilfe ihres Geruchsinnes; war die Sardine in Chininpulver geknetet, so wird sie eben-

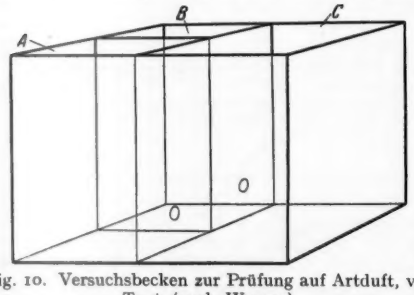


Fig. 10. Versuchsbecken zur Prüfung auf Artduft, vgl. Text (nach WREDE).

so eifrig gesucht und gepackt, aber wieder ausgespuckt. *Die Sonderung in chemisches Nah- und Fernsinnesorgan wird aber bei manchen Fischen dadurch verwischt, daß hier dem Geschmacksorgan Möglichkeiten der Entfaltung gegeben sind, die bei Landwirbeltieren nicht in Frage kommen.* Bei diesen müssen sich die Schmeckstoffe im Mundspeichel lösen, bevor sie wirksam werden können. Daher ist das Geschmacksorgan an die Mundhöhle gebunden. An den Fischkörper können die Schmeckstoffe, ebenso wie die Riechstoffe, schon aus weiterer Entfernung im Wasser gelöst herangetragen werden, und da ja der ganze Fisch vom Wasser umspült ist, besteht keine Notwendigkeit, daß sich der Sitz des Geschmacksinnes auf das Innere der Mundhöhle beschränkt. Tatsächlich findet man seine Endorgane auch auf den Lippen und in der Kopfhaut; wo Bartfäden vorhanden sind, erscheinen sie mit Geschmacksknospen übersäet; ja beim Zwergwels (*Amiurus nebulosus* RAF.) und bei der Bartgrundel (*Nemachilus barbatula* L.) verbreiten sie sich über den ganzen Körper bis zur Schwanzflosse. Mächtig entwickelte Äste des N. facialis versorgen hier die Geschmacksorgane des Rumpfes, eine Auftreibung am Vorderende des verlängerten Markes deutet schon äußerlich auf die starke Entwicklung des Geschmackszentrums hin (Fig. 9). Welse (HERRICK 1904, PARKER 1912) und Bartgrundeln (DYKGRAAF 1933, S. 208) können Schmeckstoffe an beliebigen Stellen ihres Körpers wahrnehmen und richtig lokalisieren. Bei der Elritze, bei der das Geschmacksorgan bei weitem nicht diese Entfaltung erfahren hat, fand KRINNER (1934) durch Dressurversuche, daß die Empfindlichkeit für den Geschmack des Rohrzuckers die unsere etwa um das 100fache übertrifft. Die Leistungsfähigkeit einer Bartgrundel harrt noch der Untersuchung. Doch ist klar, *daß das Geschmacksorgan bei Fischen durch die Empfindlichkeit und Lage seiner Organe für das Aufsuchen der Nahrung eine alarmierende und lokalisierende Bedeutung gewinnen kann, die ihm bei landbewohnenden Wirbeltieren völlig fremd ist.* Sein Aufgabenbereich rückt dadurch an den des Geruchsinnes näher heran.

Was über die *biologische Bedeutung des Geruchsinnes bei Fischen* bisher bekannt ist, beschränkt sich auf die Funktion der Nahrungssuche. Es war eine naheliegende Vermutung, daß bei gesellig lebenden Fischen, wie es unsere Elritzen (*Phoxinus laevis Ag.*) sind, auch der Zusammenhalt im Schwarm eine geruchliche Grundlage haben könnte. An Elritzen, die man aus dem Wasser nimmt, ist ein arteigener, individuell verschieden

starker Duft ohne weiteres für uns erkennbar. Frl. WREDE (1932) ist auf meine Veranlassung der Frage nachgegangen, ob die Elritzen selbst auf diesen Artduft achten. Ein Versuchsbecken (Fig. 10) war durch Glasplatten in 3 Abteilungen *A*, *B* und *C* geteilt. Die beiden kleineren Abteilungen standen je durch ein Loch mit *C* in Verbindung. Nun wurden z. B. in die Abteilung *A* einige Elritzen gesetzt und nach 1 Stunde wieder entfernt. Die Verbindungslöcher waren so lange durch Glasplatten verschlossen. Sodann brachte Frl. WREDE eine blinde Elritze in die Abteilung *C* und gab die Löcher frei. Wenn der herumschwimmende Fisch an das Loch bei der Abteilung *B* kam, blieb er teilnahmslos, während er vor dem Loch bei *A* ein lebhaftes Interesse bekundete. In den gesamten Versuchen schwamm er mehr als doppelt so oft durch das Loch in die Abteilung, die mit Artgenossen besetzt gewesen war, als in die andere mit reinem Wasser. War es ein unruhiges Tier, so kam es in jener Abteilung oft zur Ruhe — als wenn es sich im Duftkreis von seinesgleichen wohlfühlte. Versuche darüber, ob es sich wirklich um geruchliche oder um geschmackliche Reize handelt, blieben damals unvollständig. Doch wurde diese Frage kürzlich durch HANS GÖZ geklärt im Rahmen einer Arbeit, von deren Ergebnissen ich nun einiges berichten will[1]).

Es sollte entschieden werden, *ob Elritzen die Artgenossen und andere Fische geruchlich erkennen und voneinander unterscheiden.* Die angewandte Methode war die Differenzdressur. Die von Göz getroffene Anordnung ist, leicht schematisiert, in Fig. 11 dargestellt. Der Versuchsfisch, eine geblendete Elritze[2]), befindet sich in einem Becken mit Wasserdurchlauf. Zur Dressur auf den Duft z. B. eines Zwergwelses wird ein solcher in einem Behälter über dem Versuchsbecken aufgestellt und der Zufluß, ohne daß seine Stärke geändert wird, durch Umlegen der Glasröhre von *R* nach *R'* durch das Welsbecken geleitet. Sobald die herumschwimmende Elritze zufällig an den Wassereinlauf, also unter die Mündung des Trichters *T* kommt, erhält sie mit einem Futterstab ein Stückchen Fleisch. Dies wird täglich mehrmals wiederholt. Schon nach wenigen Dressurfütterungen ist es so weit, daß die Elritze beim Einleiten von Zwergwels-Wasser in auffälliger Weise durch Schnappen am Boden nach dem gewohnten Futter zu suchen beginnt, sobald sie in den Bereich des Trichters kommt. Sie zeigt uns dadurch, daß sie den Zwergwels-Geruch bemerkt hat. Bringt man nun in zwischengeschalteten Versuchen statt des Zwergwelses einen anderen Fisch, etwa einen Artgenossen, also eine andere Elritze als Duftspender über das Becken, so gibt der Versuchsfisch auch in diesem Falle zunächst die Futterreaktion. Er bekommt aber kein Futter, vielmehr wird er durch einen leichten Schlag mit einem Glasstab gestraft. Nach längerer Fortsetzung dieser Differenzdressur, die einige Geduld erfordert, erreicht man, daß die blinde Elritze nur mehr auf das Zwergwels-Wasser und nicht auf das Elritzen-Wasser reagiert. In einer Versuchsreihe, die ich als Beispiel herausgreife, hat das Tier, nachdem die Dressur einmal saß, in 25 Versuchen mit Zwergwels-Wasser ohne Ausnahme die Futterreaktion, in 25 regellos zwischen-

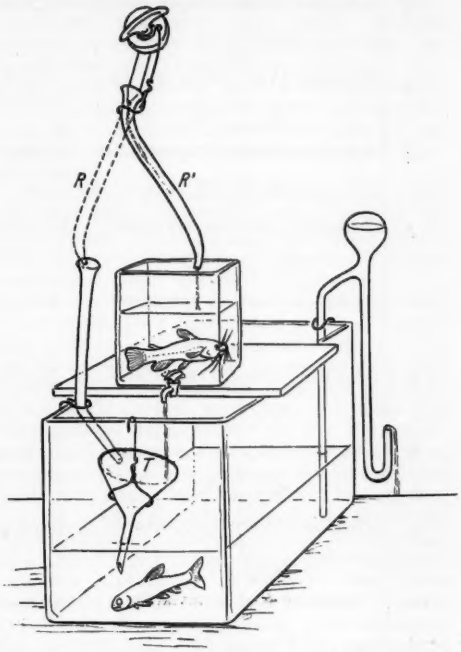


Fig. 11. Anordnung zur Dressur einer blinden Elritze (unteres Becken) auf den Duft eines Zwergwelses (im oberen Becken). *T* Trichter für den Wasserzulauf. *R* Regulärer Wasserzulauf, *R'* Zulauf während der Dressur (nach Göz).

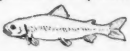
geschalteten Versuchen mit Elritzen-Wasser 23 mal keine Reaktion, nur 2 mal (fehlerhaft) die Futterreaktion gegeben (Tabelle 1, Versuchsreihe 1). Das Ergebnis wird nicht beeinträchtigt, wenn man als Duftspender abwechselnd andere Individuen der gleichen Art benützt. Es handelt sich also um das Erkennen eines *Art*geruches.

Dasselbe Versuchstier wurde sodann von Zwergwelsduft auf den Duft einer Laubenart (*Alburnus bipunctatus* L.) umdressiert. Spender des Gegenduftes blieb vorerst der Artgenosse, eine Elritze. Die Versuchsreihe verlief fehlerlos (Tabelle 1, Reihe 2). Als sodann die Unterscheidung zweier Laubenarten, also zweier Vertreter der gleichen Gattung (*Alburnus bipunctatus* L. und

[1]) Die Arbeit von Göz wird in der Z. vergl. Physiol. erscheinen.

[2]) Die Blendung ist notwendig, um Fehlerquellen auf dem Wege optischer Eindrücke auszuschalten. Sie wird in Urethannarkose ausgeführt.

Tabelle 1. Übersicht der gesamten Versuchsreihen an der Elritze Phox 18 zur Prüfung ihrer Fähigkeit, verschiedene Fischarten geruchlich zu unterscheiden.

Versuchsreihe	Spender des Dressurduftes	Spender des Gegenduftes	Zahl der Versuche mit dem Dressurduft	positiven Reaktionen	dem Gegenduft	positiven Reaktionen (Fehler!)
1	Zwergwels (Amiurus nebulosus)	Elritze (Phoxinus laevis)	25	25	23	2
2	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Elritze (Phoxinus laevis)	13	13	12	0
3	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Uckelei (Alburnus lucidus)	24	21	24	19
4	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Flußbarsch (Perca fluviatilis)	33	32	18	2
5	Zwergwels (Amiurus nebulosus)	Flußbarsch (Perca fluviatilis)	7	7	4	0
6	Zwergwels (Amiurus nebulosus)	Äsche (Thymallus vulgaris)	18	10	13	8
7	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Äsche (Thymallus vulgaris)	15	14	9	2
8	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Koppe (Cottus gobio)	11	11	8	0
9	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Bartgrundel (Nemachilus barbatula)	6	6	4	0
10	Gründling (Gobio fluviatilis)	Regenbogenforelle (Salmo shasta)	19	19	9	0
11	Zwergwels (Amiurus nebulosus)	Regenbogenforelle (Salmo shasta) 	11	11	7	0
12	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Regenbogenforelle (Salmo shasta)	11	11	3	0
13	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Uckelei (Alburnus lucidus)	33	32	15	5
14	Schneider (Alburnus bipunctatus)	Stichling (Gasterosteus aculeatus)	23	22	6	1
15	Zwergwels (Amiurus nebulosus)	Stichling (Gasterosteus aculeatus)	13	12	4	0
16	Gründling (Gobio fluviatilis)	Bartgrundel (Nemachilus barbatula)	33	31	15	3

A. lucidus HECK.) verlangt wurde, blieb ein Erfolg aus (Reihe 3). Doch hat dasselbe Versuchstier später (Reihe 13 in Tabelle 1) auch diese Unterscheidung geleistet. Daß sie ihm schwer fiel, wurde durch sein zögerndes Verhalten noch deutlicher verraten als durch die zahlenmäßigen Ergebnisse. Während in den anderen Versuchen meist nach wenigen Sekunden die Entscheidung zwischen positiver oder negativer Reaktion gefallen war, blieb der Fisch jetzt oft bis zu 1 Minute unschlüssig. — *Im ganzen hat diese begabte Elritze in 16 Versuchsreihen,* deren Durchführung viele Monate beansprucht hat, *von 15 verschiedenen Fischpaaren 14 einwandfrei zu unterscheiden gelernt* (vgl. Tabelle 1)[1]). Stichproben mit mehreren anderen Versuchsfischen haben gezeigt, daß diese Erfolge keineswegs als Ausnahmeleistungen zu werten sind.

Nach Ausschaltung des Geruchsinnes (durch beiderseitige Entfernung des Bulbus olfactorius) lernen die Elritzen immer noch, auf die chemischen Reize, die von einem anderen Fisch ausgehen, zu reagieren. Es sind also *Schmeckstoffe* an der Wahrnehmung beteiligt. Eine Differenzdressur zwischen verschiedenen Fischgattungen gelingt aber nicht mehr. *Die Unterscheidung der verschiedenen Arten* ist also eine Leistung des *Geruchsinnes.* Das Mißlingen der Differenzdressur kann nicht etwa einer „Schockwirkung" im Gefolge der Operation zugeschrieben werden. Die Entfernung des Bulbus olfactorius ist ein leichter Eingriff, und Dressuren auf dem Gebiete des *Geschmacksinnes* (Unterscheidung von Fischgeschmack und Zuckergeschmack) gelingen nachher so gut wie zuvor.

Die unerwarteten Erfolge ermutigten zu gesteigerten Anforderungen. *Vermag die Elritze mit Hilfe des Geruchsinnes ihre Artgenossen auch individuell zu unterscheiden?* Bei einer ersten Versuchsreihe wurden als Spender für den Dressurduft und für den Gegenduft zwei männliche Elritzen gleicher Herkunft und gleichen Aussehens herangezogen. Ein Erfolg blieb zunächst aus. Der Versuchsfisch gab auch bei der zweiten Elritze die Futterreaktion. Durch das wiederholte Versagen ließ sich Göz zu einer heftigen Strafe mit dem Glasstab verleiten, bis der gejagte Fisch aus dem Becken sprang. Wäre ich dabei gewesen, so hätte ich ein so drakonisches Vorgehen verhindert, denn es führt meist zu einer nachhaltigen Vergrämung. Es ist aber gut, daß ich nicht dabei war, denn das ausnahmsweise dickfellige Versuchstier schien eine solche Behandlung zu brauchen. Von da ab saß die Dressur. In insgesamt 10 Versuchsreihen mit diesem Fisch *hat sich sodann die Fähigkeit, zwei männliche oder zwei weibliche oder zwei verschiedengeschlechtliche Elritzen geruchlich zu unterscheiden, ausnahmslos bestätigt.* Auch wenn eine *andere Fischgattung* als Duftspender diente, wurde die Aufgabe gelöst: die Elritze lernte es — wenn auch schwerer — zwischen 2 Laubenindividuen (*Alburnus bipunctatus*), einem Männchen und einem Weibchen, mit der Nase die Differentialdiagnose zu stellen. Daß auch *Lurche,* also Vertreter einer anderen Tierklasse, für die Elritze einen erkennbaren und charakteristischen Duft besitzen, wird durch die gelungene Differenzdressur zwischen Wasserfrosch und Grasfrosch und zwischen Bergmolch und Feuersalamander belegt. Dagegen konnten die Elritzen verschiedene Individuen des Grasfrosches oder verschiedene Individuen des Bergmolches geruchlich nicht auseinanderhalten. Mit einer solchen Forderung, deren Erfüllung für sie ja auch biologisch bedeutungslos wäre, ist die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit anscheinend überschritten.

Als Göz im Verlauf seiner Versuche auch einmal einen Hecht als Duftspender verwendete, erlebte er eine Überraschung. *Die blinde Elritze reagierte auf den Hechtgeruch primär durch Fluchtbewegungen.* Auf heftiges Herumschießen im Aquarium folgte ein Absinken und Stillhalten, ein Starrezustand, der stundenlang anhalten konnte. Von 52 in einer Versuchsreihe geprüften Elritzen zeigten 46 entweder diese Schreckreaktion oder (noch häufiger) sie reagierten sogleich durch Stillhalten und Absinken. 11 Elritzen aus dieser und einer anderen Versuchsreihe, die auf den Hechtduft nicht angesprochen hatten, wurden einem hungrigen Hecht beigesellt und erlebten es, daß zwei von ihren Genossen geschnappt wurden; hernach wieder geprüft, zeigte die Mehrzahl der Überlebenden auf Hechtgeruch die Schreckreaktion. Ein Kontrollversuch lehrte, daß der Aufenthalt der Elritzen in Gesellschaft eines *satten* Hechtes ihr Verhalten nicht verändert. Erst die Erfahrung mit dem *räubernden* Fisch veranlaßt die psychologische Umstellung. Das geschilderte Benehmen, das sie primär oder auf Grund einer üblen Erfahrung an den Tag legen, ist im Sinne der Arterhaltung in hohem Grade zweckmäßig — nicht nur die eilige Flucht, sondern ebensosehr das völlige Stillhalten; denn der Hecht läßt sich beim Erkennen und Packen seiner Nahrung nicht nur durchs Auge, sondern auch sehr wesentlich durch die Seitenorgane leiten, und diese sprechen auf die vom schwimmenden Fisch erzeugten Wasserbewegungen an (vgl. WUNDER 1927, DIJKGRAAF 1933). Es ist aber bemerkenswert, daß *einzeln gehaltene, blinde* Elritzen diese Reaktion auf Hechtduft am deutlichsten zeigen; *sehende, einzeln gehaltene* Tiere reagieren nicht so heftig, *im Schwarm gehaltene sehende* Elritzen in der Regel überhaupt nicht. Hier macht sich wohl die Kontrolle der Vorgänge durch das Auge und die beruhigende Wirkung des geselligen Lebens geltend.

Der Geruchsinn kann also den Fischen nicht nur bei der Nahrungssuche, nicht nur beim Erkennen und Unterscheiden der Artgenossen und entfernteren

[1]) Die Lauben lernte sie, wie erwähnt, erst in einer zweiten Versuchsreihe (vgl. Reihe 3 und 13 in Tabelle 1); ein unbefriedigendes Ergebnis hatte auch die Reihe 6, doch lag dies wahrscheinlich nur daran, daß sie wegen Materialmangel vorzeitig abgebrochen werden mußte.

Verwandten dienlich sein, sondern auch als Warner vor dem Feinde. Hiermit komme ich auf Versuche von anderer Art, die mich seit mehreren Jahren beschäftigen und ihren Ausgangspunkt in einer Gelegenheitsbeobachtung hatten[1]). An einer seichten Uferstelle des Wolfgangsees prüfte ich damals einen Elritzenschwarm, der durch wiederholte Fütterung zutraulich gemacht war, auf die Fähigkeit der Fische, die Schallrichtung zu erkennen. Bei diesen Experimenten sah ich zweimal, wie der Schwarm nach Verletzung eines seiner Mitglieder stark verschreckt wurde. Eigens darauf gerichtete Beobachtungen in folgenden Sommern bestätigten die Tatsache. Die nächstliegende Vermutung, daß der verletzte Fisch die Schwarmgenossen durch sein Verhalten oder durch Lautäußerungen warnt, bewahrheitete sich nicht. Denn auch mit einer getöteten verletzten Elritze läßt sich dieselbe

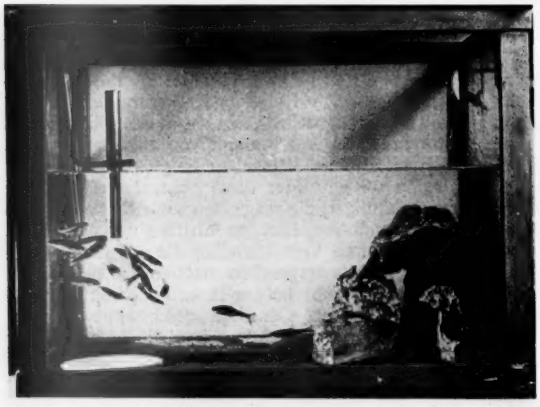


Fig. 12. Versuchsbecken mit einem Elritzenschwarm. Links das Rohr, durch welches das Futter eingebracht wird, rechts hinten das aus Steinen errichtete Versteck. Der Schwarm war mit zerkleinerter *Barsch*haut gefüttert worden. Das Bild zeigt, wie er sich 1 Minute später so vertraulich wie sonst sein übliches Futter (zerkleinerte Regenwürmer) vom Rohr holt (aus einer Filmaufnahme).

Wirkung erzielen. Es ist auch nicht der *Anblick* des verletzten oder toten Kameraden, der die anderen in die Flucht jagt. Denn ein bis zur Unkenntlichkeit zerstückelter Fisch, ja der filtrierte Extrakt eines solchen löst denselben Schrecken aus. Er ist offensichtlich einem chemischen Reizstoff zuzuschreiben. Versuche mit Auszügen aus den verschiedensten Organen ergaben, daß er seinen Sitz, wenn auch vielleicht nicht ausschließlich, so doch vorwiegend in der *Haut* der Elritze hat. Ein verletzter oder zerstückelter Barsch oder der Hautextrakt eines solchen blieb dagegen ohne jede erkennbare Wirkung. Es wird demnach *aus der verletzten Haut der Elritze* ein *Schreckstoff* frei, der die Artgenossen warnt und zur Flucht veranlaßt. Wie sie sich dabei benehmen, sei hier noch einmal geschildert:

Ein zutraulicher Schwarm ist gleich zur Stelle, wenn man mit dem Boot angefahren kommt. Wird das Futter (zerkleinerte Regenwürmer oder Fleisch) an dem gewohnten Platz ins Wasser gebracht, so fällt er sofort darüber her. Die Fische lassen sich weder durch lebhafte Bewegungen noch durch geräuschvolles Herumpoltern im Boot verscheuchen. Nun werfen wir ihnen z. B. eine tote, verletzte Elritze oder die zerstückelte Haut einer solchen vor. Sie knabbern daran; „es dauert oft mehrere Sekunden, bisweilen $^1/_2$—1 Minute, ehe sie etwas merken. Dann ist es, als würde ihnen etwas Gräßliches aufdämmern. Sie ziehen sich von der Beute zurück, einzelne unter ihnen scheinen heftig zu erschrecken, es gibt ein Durcheinanderhuschen und kopfloses Herumfahren, oft drängt sich dann der ganze Schwarm abseits zu einem dichten Haufen zusammen, und nun genügt das geringste Vorkommnis: ein leiser Tritt im Boot, eine Handbewegung, das Zuschlagen einer Türe in einem entfernten Hause — und der ganze Schwarm stiebt davon und entschwindet im tieferen Wasser. Auch ohne erkennbaren Anlaß zieht er nach kurzer Zeit geschlossen ab und kommt außer Sicht. Meist kehrt er nach einigen Minuten wieder, aber nur um den Futterplatz in respektvollem Abstand von mehreren Metern scheu zu umkreisen. Nach einer Weile sieht man einzelne Individuen aus dem Schwarm gegen den Futterplatz vorstoßen, aber die anderen folgen nicht nach, und so kehren sie selbst schleunigst wieder um. Wenn sich schließlich einige bis an den Futterteller wagen, raffen sie rasch ein paar Bissen auf und flitzen wieder davon wie von bösen Geistern verfolgt... Dieses schreckhafte Benehmen kann (ohne neuerlichen Anlaß) stundenlang, ja in gemäßigter Form mehrere Tage anhalten."[1])

Eine genauere Analyse der Erscheinung im freien See war mit Schwierigkeiten verbunden; deren größte war, daß ein verschreckter Schwarm für weitere Versuche nicht mehr gut brauchbar ist. So mußte ich bald stundenweit das Ufer absuchen, um einen neuen, geeigneten Schwarm zu finden. Darum verlegte ich die Fortsetzung der Versuche großenteils ins Laboratorium. Auch im Aquarium wird ein Elritzenschwarm meist in wenigen Tagen zahm und steht dann in Erwartung des Fleisches zutraulich an der Futterstelle. Gibt man den Fischen zerkleinerte *Barsch*haut zu fressen und kurz darauf ihr übliches Futter, so holen sie sich dieses, so wie sonst, ohne Scheu vom Futterrohr (Fig. 12).

[1]) Darüber habe ich in dieser Z. **1938**, 601 nach dem damaligen Stand der Arbeit bereits berichtet. Ich wiederhole davon nur, was zum Verständnis des Folgenden notwendig ist und verweise im übrigen auf jenen Aufsatz.

[1]) v. Frisch **1938**, 602.

Bietet man aber zerkleinerte Elritzenhaut oder gießt man durch das Futterrohr Extrakt von Elritzenhaut[1]), so spielt sich alles, von der sich steigernden Erregung bis zur Flucht, die hier in das aus Steinen errichtete Versteck führt, mit der gleichen Deutlichkeit und in derselben Art ab wie im freien Gewässer (Fig. 13). Nachher braucht man die Tiere nur zu entfernen, das Becken gründlich zu säubern und neu zu beschicken, um die Versuche fortzusetzen[2]). Von den Ergebnissen will ich, ohne auf Einzelheiten einzugehen, das Wesentliche berichten[3]).

Die bisher mitgeteilten Tatsachen weisen auf einen chemischen Reizstoff hin, der von der verletzten Elritzenhaut ausgeht. Doch hatte ich sowohl im See wie im Aquarium beobachtet, daß eine *tote* Elritze auch bei *unverletzter* Haut den Schwarm in gleicher Weise verschrecken kann. Es war nicht geklärt, ob auch in diesem Falle eine chemische Wirkung vorliegt oder ob der *Anblick* des toten Artgenossen seine Kameraden in die Flucht treibt. Das letztere schien glaubhafter. Doch tauchten bald Zweifel auf. Wenn ich eine Elritze für 20 Minuten in eine 5proz. Urethanlösung brachte, so war sie tot. Ließ ich einen derart getöteten Fisch, in 2 Schlingen aus dünnen Darmsaiten befestigt, im Versuchsbecken reglos am Futterplatz schweben, so ergriff der zutrauliche Schwarm unter allen Zeichen eines rasch sich entwickelnden panischen Schreckens, wie es oben geschildert wurde, die Flucht ins Versteck (6 Versuche). Beließ ich aber eine Elritze nur 1—2 Minuten in der Urethanlösung, bis die Atembewegungen stillstanden, so blieb dieser tief betäubte, aber noch lebende Fisch[4]) inmitten des Schwarmes ohne jede Wirkung (3 Versuche). Auch eine *tote* Elritze machte auf die anderen gar keinen Eindruck, wenn ich sie in einer Küvette aus planparallelen Gläsern am Futterplatz einhängte, so daß sie gut sichtbar war, ohne daß sich aber chemische Reizstoffe geltend machen konnten (4 Versuche). *Daß tatsächlich der Schrecken nicht auf optischem, sondern auf chemischem Wege ausgelöst wurde,* hat sich in weiteren Versuchsreihen überzeugend bestätigt. Ich brachte nicht mehr die mit Urethan betäubten oder getöteten Fische selbst in das Versuchsbecken, sondern ließ nur 100 ccm von dem Wasser einfließen, in dem ich sie nach der Urethanbehandlung für $^1/_4$ Stunde hatte liegen lassen. Wasser aus einem Gefäß, in dem einige *lebende* Elritzen $^1/_4$ Stunde herumgeschwommen waren, vermochte — wie zu erwarten war — die Zutraulichkeit des Schwarmes in keiner Weise zu beeinträchtigen (7 Versuche). Ebenso wirkungslos blieb das Wasser, in dem einige mit Urethan *betäubte* Elritzen (1—2 Minuten in 5% Urethan) $^1/_4$ Stunde gelegen hatten (6 Versuche). Das Wasser aber, in dem dieselben Fische *getötet* (nach 12—20 Minuten langem Aufenthalt in 5% Urethan) $^1/_4$ Stunde gelegen hatten, löste den gleichen Schrecken aus, wie die toten Tiere selbst (6 Versuche).

Es war denkbar, daß die 5proz. Urethanlösung bei längerer Einwirkung auf osmotischem Wege die Haut angreift und dadurch den Schreckstoff frei macht. Ich suchte darum nach einem anderen Mittel, die Fische ohne Verletzung der Haut reizlos abzutöten. Durchleiten von Stickstoff durch ihr Atemwasser führt zu einem heftigen Exzitationsstadium; dieses läßt sich vermeiden, wenn man dem Wasser die harmlose Menge von $^1/_4$% Urethan zusetzt und so eine leichte Narkose herbeiführt. Die Atmung stand nach etwa $^1/_2$ Stunde still. Derart vorbehandelte Elritzen wurden wieder an Fadenschlingen in das Versuchsbecken gebracht. Waren sie $^1/_2$, 1 oder 2 Stunden im Stickstoffwasser gewesen, so reagierte der Schwarm nicht auf sie. Nach 3—5stündigem Aufenthalt im Stickstoffwasser waren die Ergebnisse wechselnd, nach 7stündigem Aufenthalt lösten sie immer heftigen Schrecken aus. Kontrollversuche ergaben, daß sie zwar schon nach 1stündigem Verweilen im Stickstoffwasser nicht mehr zum Leben erwachen, daß aber ihr Blutkreislauf erst nach 2—3 Stunden zum Stillstand kommt (in 5% Urethanlösung schon

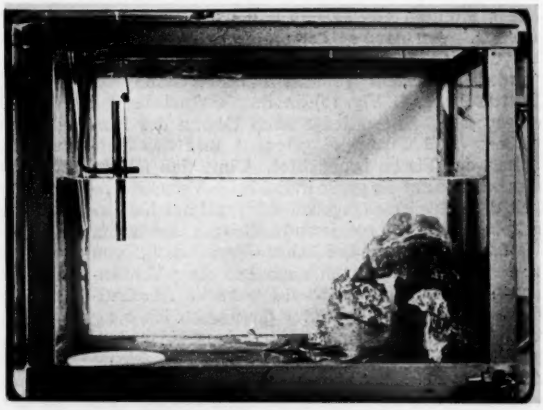


Fig. 13. Das Versuchsbecken mit demselben Schwarm etwa 1 Minute nach Fütterung mit zerkleinerter Elritzenhaut. Der Schwarm hat sich erst an den Boden gedrückt und ist jetzt im Begriff, eilig ins Versteck zu flüchten (aus derselben Filmaufnahme wie Fig. 12).

[1]) Zum Eingießen von Extrakten und anderen Lösungen wurde ein winkelig abgebogenes Glasrohr in das Futterrohr eingesetzt.

[2]) Ein Beispiel für die Protokollführung, die bei den Beckenversuchen viel genauer gehandhabt werden kann als bei Freilandversuchen, findet sich in meinem Aufsatz von **1938**, 603, 604.

[3]) Die ausführliche Arbeit wird in der Z. vergl. Physiol. erscheinen.

[4]) In fließendes Wasser versetzt, erholte er sich wieder.

nach 10—20 Minuten). Der Stillstand des Kreislaufs wird das Absterben der Haut zur raschen Folge haben. Ich deute diese Befunde dahin, *daß aus der abgestorbenen Haut auch ohne äußere Verletzung der Schreckstoff frei wird und sich dem umgebenden Wasser mitteilt.* Die starke 5proz. Urethanlösung mag auf osmotischem Wege diesen Vorgang noch beschleunigen.

Unter natürlichen Verhältnissen wird einem Freiwerden des Schreckstoffes durch mechanische Hautverletzungen die größere biologische Bedeutung zukommen. Um diese richtig beurteilen zu können, ist es wichtig zu wissen, *in welcher Verdünnung der Stoff noch wirksam ist.* Ich habe dies folgendermaßen geprüft: 0,2 g von der abgezogenen Haut einer eben getöteten Elritze werden in stets gleicher Weise mit der Schere zerkleinert und in einem Becherglas mit 200 ccm Leitungswasser von Zimmertemperatur verteilt, alle 5 Minuten geschwenkt und nach $^1/_2$ Stunde filtriert. Von dem so hergestellten und hernach in verschiedenem Maße verdünnten Hautextrakt werden bei einem Versuch 100 ccm durch das Futterrohr (vgl. Fig. 12) in das Versuchsbecken eingegossen. Eine Minute nach Beginn des Eingießens wird Futter eingebracht und das Verhalten der Fische beobachtet. Ohne daß ich an dieser Stelle auf die große individuelle Verschiedenheit der Schwärme eingehen will[1]), sei nur hervorgehoben, daß gut reagierende Elritzen durch den Hautextrakt noch bei einer Verdünnung von 1 : 200, manchmal auch noch bei einer Verdünnung von 1 : 500 verschreckt werden. Anschaulicher ausgedrückt, bedeutet das: wenn ich 0,2 g Haut — das entspricht der Körperhaut einer etwa 7 cm langen, also mittelgroßen Elritze — in kleine Stücke schneide und in einem Wasserglas voll Wasser $^1/_2$ Stunde liegen lasse, dann filtriere und 5 Tropfen des Filtrates einem Weinglas voll Wasser beimische, so kann ich mit dieser Menge des verdünnten Extraktes manchmal noch eine starke Wirkung auslösen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Mischung beim Eingießen in das große Versuchsbecken nochmals, leider in unberechenbarer Weise, sehr stark verdünnt wird.

Der niedere Schwellenwert legt die Vermutung nahe, daß der chemische Reizstoff auf das *Geruchs*organ wirkt. Man kann den Geruchsinn durch beiderseitige Zerstörung des Riechnerven und Entfernung des Bulbus olfactorius leicht und zuverlässig ausschalten, ohne den Geschmacksinn zu schädigen. Aus so operierten Elritzen zusammengesetzte Schwärme reagieren auf den Schreckstoff entweder überhaupt nicht oder nur durch eine rasch vorübergehende Verschüchterung. Ich habe davon schon 1938 berichtet und nichts Neues hinzuzufügen. „Demnach ist der Schrecken der normalen Elritzen *in erster Linie durch eine geruchliche Wahrnehmung* bedingt. Jedoch scheint der Geschmacksinn manchmal in geringem Maße beteiligt zu sein[1])."

Für die biologische Beurteilung des Schreckstoffes und der durch ihn ausgelösten Wirkung war es weiter wichtig, die Verbreitung dieser merkwürdigen Erscheinung in der Fischwelt kennenzulernen. Dabei handelt es sich erstens um die Frage, ob ein *für Elritzen wirksamer Schreckstoff* nur von der Haut ihrer Artgenossen oder auch von der Haut anderer Fischarten entwickelt wird, und zweitens um die Frage, ob die *Schreckreaktion* eine Sonderheit der Elritzen ist oder ob sie auch bei anderen Fischen vorkommt.

Zur ersten Frage konnte ich schon 1938 mitteilen, daß der Verwandtschaftsgrad von Bedeutung ist. Die Haut von 8 verschiedenen Fischen, die zu anderen Familien gehörten als die Elritze, hatte sich als unwirksam erwiesen; 4 von 8 damals geprüften Arten, die, wie die Elritze selbst, zur Familie der Cypriniden (Karpfenfische) gehörten, waren dagegen deutlich wirksam: ich hatte bei meinen Elritzenschwärmen durch Verfütterung von zerkleinerter Haut oder durch Eingießen des (unverdünnten) Hautextraktes von jenen 4 Arten die Schreckreaktion auslösen können. Die Methode war aber in doppelter Hinsicht unbefriedigend. Wenn der Schwarm auf die zerkleinerte Haut einer anderen Art reagierte, so blieb der Wirkungsgrad im Vergleich zur Haut von Artgenossen unbekannt. Und wenn er nicht reagierte, so blieb die Frage offen, ob der Schwarm nicht verhältnismäßig stumpf war und ob nicht empfindlichere Elritzen auf jene Haut doch reagiert hätten. Ich habe darum diese Versuche in großem Umfange neu aufgenommen und war bestrebt, *zu einem quantitativen Maße nicht nur für die Empfindlichkeit der jeweils verwendeten Schwärme, sondern auch für den relativen Wirkungsgrad der anderen Fischhäute zu gelangen.* Man muß sich nur darüber klar sein, daß diese „quantitativen" Ergebnisse nicht den Ansprüchen standhalten können, die der Chemiker mit diesem Begriff verbindet. Der Ausfall der Reaktion ist in beträchtlichem Ausmaße von äußeren Faktoren und von der individuellen Veranlagung des Schwarmes abhängig, daher so variabel, daß nur Näherungswerte erzielt werden können[2]). Die Methode sei an einem Beispiel erläutert.

Es soll die Haut des Moderlieschens (*Leucaspius delineatus* SIEB.) in ihrem Wirkungsgrad mit der Elritzenhaut verglichen werden. Wir bereiten aus 0,2 g Moderlieschenhaut und aus 0,2 g Elritzenhaut in genau gleicher Weise einen Extrakt. In einem Vorversuch hat sich gezeigt, daß ein Elritzenschwarm durch 100 ccm unverdünnten Hautextrakt vom Moderlieschen stark verschreckt wird. Ein anderer Schwarm spricht auf 100 ccm Moderlieschen-Hautextrakt in der Verdünnung 1 : 20

[1]) Ich habe darüber schon in meiner 1. Mitteilung (1938, 602 und 604) einiges gesagt.

[1]) v. FRISCH 1938, 605.

[2]) Für genaue Angaben muß ich auf die ausführliche Darstellung verweisen.

Tabelle 2. Wirkungsgrad der Haut verschiedener Cypriniden auf Elritzenschwärme, bezogen auf den Wirkungsgrad der Elritzenhaut = 1.

	Hautextrakte von		Zahl der mit diesen Extrakten geprüften Elritzenschwärme	Wirkungsgrad (Näherungswert)
a) Unterfamilie: Cyprininae	Strömer	Telestes agassizi Heck.	7	1
	Perlfisch	Leuciscus Meidingeri Heck.	3	1
	Schneider	Alburnus bipunctatus L.	3	$^1/_2$
	Barbe	Barbus fluviatilis Ag.	4	$^1/_2$—$^1/_3$
	Laube	Alburnus lucidus Heck.	5	$^1/_3$
	Gründling	Gobio fluviatilis Cuv.	4	$^1/_4$
	Moderlieschen	Leucaspius delineatus Sieb.	6	$^1/_5$
	Goldorfe	Idus melanotus Heck.	5	$^1/_5$
	Nase	Chondrostoma nasus L.	4	$^1/_5$—$^1/_{10}$
	Blicke	Blicca bjoerkna L.	5	$^1/_5$—$^1/_{10}$
	Zärte (Schied)	Abramis vimba L.	4	$^1/_{10}$
	Plötze	Leuciscus rutilus L.	5	$^1/_{10}$
	Aitel (Döbel)	Squalius cephalus Heck.	9	$^1/_{10}$
	Brachsen	Abramis brama L.	9	$^1/_{10}$—$^1/_{20}$
	Lederkarpfen	Cyprinus carpio L.	6	$^1/_{10}$—$^1/_{20}$
	Karausche	Carassius carassius L.	6	$^1/_{10}$—$^1/_{20}$
	Bitterling	Rhodeus amarus Bl.	3	$^1/_{30}$
	Goldfisch	Carassius car. auratus L.	4	$^1/_{50}$
	Rotfeder	Scardinius erythrophthalmus L.	8	$^1/_{50}$
	Schleie	Tinca vulgaris Cuv.	3	$^1/_{50}$—$^1/_{100}$
b) Unterfamilie: Cobitidinae	Steinbeißer	Cobitis taenia L.	6	$^1/_2$
	Bartgrundel	Nemachilus barbatula L.	6	$^1/_5$
	Schlammbeißer	Misgurnus fossilis L.	3	0

nicht an; durch 100 ccm Elritzen-Hautextrakt in der Verdünnung 1 : 50 wird er deutlich, aber nicht sehr stark verschreckt; wir entnehmen daraus, daß dieser Schwarm verhältnismäßig stumpf ist und gewinnen bereits einen Anhaltspunkt für den gesuchten relativen Wirkungsgrad. In 2 weiteren Versuchen erzielen wir bei diesem Schwarm mit 100 ccm Moderlieschen-Hautextrakt 1 : 10 eine deutliche, mit Elritzen-Hautextrakt 1 : 40 eine noch stärkere Wirkung. Also ist die Elritzenhaut mehr als 4mal, vermutlich etwa 5mal so wirksam wie die Haut des Moderlieschens. Dies bestätigt sich an einem anderen Schwarm, bei dem Moderlieschen-Hautextrakt 1 : 20 die gleiche Wirkung auslöst wie Elritzen-Hautextrakt 1 : 100. *Wenn wir den Wirkungsgrad der Elritzenhaut = 1 setzen, ist der Wirkungsgrad der Moderlieschenhaut* = $^1/_5$.

In solcher Weise habe ich die Haut von sämtlichen mir erreichbaren Vertretern der Cypriniden vergleichsweise durchgeprüft. Die Ergebnisse sind, nach dem Wirkungsgrad geordnet, in Tabelle 2 zusammengestellt. In den letzten Zeilen (Tabelle 2b) sind einige Cypriniden aufgeführt, die im System wegen mancher Besonderheiten in eine eigene Unterfamilie eingereiht werden. Tabelle 3 bringt alle Versuche mit der Haut von Fischen, die anderen Familien angehören.

Der Überblick lehrt, *daß der für Elritzen wirksame Schreckstoff weit, aber nicht allgemein verbreitet ist und daß hierbei zweifellos die Verwandtschaft eine gewisse Rolle spielt: Die Haut der 17 geprüften Fischarten, die nicht zu den Cypriniden gehören, war so gut wie unwirksam* (Tabelle 3); wo hier bei unmittelbarer Anwendung von zerstückelter Haut oder unverdünntem Extrakt eine Reaktion beobachtet wurde (Huchen, Saibling, Forelle, Kampffisch, Zander), ergab der quantitative Vergleich im Höchstfalle den Wirkungsgrad $^1/_{100}$. *Dagegen war die Haut der 23 geprüften Familiengenossen* (Tabelle 2) *mit einer einzigen Ausnahme (Schlammbeißer) wirksam. Der Wirkungsgrad der Elritzenhaut wurde in keinem Falle übertroffen, wohl aber in 2 Fällen nahezu oder völlig erreicht:* Der *Strömer* steht der Elritze auch im System sehr nahe, vom *Perlfisch* kann man dies wohl nicht behaupten. Auch sonst ist innerhalb der Cypriniden eine gewisse Parallele zwischen Wirkungsgrad und systematischer Verwandtschaft wohl festzustellen, man findet aber auch erhebliche Abweichungen. So ist die Haut des *Steinbeißers*, der von den Systematikern in eine andere Unterfamilie eingereiht wird, nur um die Hälfte weniger wirksam als die Elritzenhaut, während sich die Haut seines nahen Verwandten, des *Schlammbeißers*, als ganz wirkungslos erwiesen hat. Leider fehlt eine neuere Bearbeitung des Systems der Cypriniden.

Zur zweiten oben gestellten Frage: ob außer den Elritzen auch andere Fische durch die verletzte Haut von Artgenossen zur Flucht veranlaßt werden, habe ich bisher nur einige Stichproben machen können. Flußbarsche (*Perca fluviatilis* L.) — typische Raubfische — haben in Freilandversuchen mit der größten Gier die zerstückelte Haut von Artgenossen verzehrt, ohne sich dadurch im geringsten vergrämen zu lassen. Dagegen wurden, gleichfalls in Freilandversuchen, zahlreiche Aitl (*Squalius cephalus* HECK.), die durch Fütterung an eine bestimmte Uferstelle gewöhnt

Tabelle 3. Wirkungsgrad der Haut von Vertretern anderer Fischfamilien auf Elritzenschwärme (in den positiven Fällen bezogen auf den Wirkungsgrad der Elritzenhaut = 1).

Familie	Art	Zahl der mit zerkleinerter Haut geprüften Elritzenschwärme	Zahl der mit Hautextrakt geprüften Elritzenschwärme	Wirkungsgrad
Petromyzontidae	Flußneunauge Petromyzon fluviatilis L.	1	1	0
Siluridae	Zwergwels Amiurus nebulosus Raf.	1	—	0
Salmonidae	Bachforelle Salmo fario L.	1	3	1/200
	Huchen Salmo hucho L.	3	5	1/100
	Bachsaibling Salmo fontinalis Mitch.	4	8	1/100—1/200
	Regenbogenforelle Salmo irideus Gibb.	1	—	0
	Äsche Thymallus vulgaris Nilss.	1	—	0
Esocidae	Hecht Esox lucius L.	1	—	0
Cyprinodontidae	Schwertfisch Xiphophorus helleri Heck.	1	1	0
Anguillidae	Aal Anguilla vulgaris L.	—	1	0
Gasterosteiformes	Stichling Gasterosteus aculeatus L.	1	1	0
Osphromenidae	Großflosser Macropodus viridiauratus Lacep.	2	1	0
	Kampffisch Betta splendens Reg.	4	5	1/100—1/200
Percidae	Flußbarsch Perca fluviatilis L.	31	24	0
	Zander Lucioperca sandra Cuv.	2	2	1/200
Cichlidae	Blattfisch Pterophyllum scalare C. V.	1	1	0
Cottidae	Groppe Cottus gobio L.	1	—	0

waren, durch vorsichtig eingebrachten Hautextrakt von einem Artgenossen derart verschreckt, daß sie auch durch reichlich eingeworfenes Futter in der folgenden Stunde an dieser Uferstelle nicht mehr heranzulocken waren. Auf Extrakt von Barschhaut hatten sie 2 Tage vorher nicht reagiert. In Aquarienversuchen ließen sich auch an Schwärmen von Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus* L.) und Bitterlingen (*Rhodeus amarus* BL.) durch Haut oder Hautextrakt von Artgenossen deutliche Schreckreaktionen auslösen. Aitl (in ihrer Jugend), Rotfedern und Bitterlinge sind gesellig lebende Friedfische. *Es bleibt zu untersuchen, ob ein Schreckstoff der Haut bei schwarmbildenden Friedfischen allgemein verbreitet ist*[1]) — wie man aus biologischen Erwägungen annehmen möchte. Hiermit komme ich auf *die Bedeutung des Warnstoffes und der von ihm ausgelösten Reaktion im Leben der Fische.*

Es war zu vermuten, daß beim Überfall eines Raubfisches auf einen Schwarm der Schreckstoff, der aus der verletzten Haut des Opfers frei wird, die Schwarmgenossen zur rechtzeitigen Flucht veranlassen kann. Es schien nur fraglich, ob die Schreckstoffmenge, die in solchem Falle ins Wasser gelangt, für eine derartige Wirkung ausreichend ist. Um hierfür einen Anhaltspunkt zu gewinnen, habe ich folgenden Versuch ausgeführt: Ein mäßig großer (26 cm langer) Hecht wurde in ein etwa 20 l fassendes Aquarium mit Wasserdurchlauf gesetzt und mehrere Tage nicht gefüttert. In einem anderen, etwa 150 l Wasser enthaltenden Becken befand sich ein zutraulicher Elritzenschwarm. Ich schöpfte aus dem Hechtbecken 100 ccm Wasser und ließ sie durch das Futterrohr bei den Elritzen einfließen. Sie wurden dadurch nicht verschreckt und holten sich bei der anschließenden Fütterung sofort die zerkleinerten Regenwürmer. 20 Minuten später ließ ich abermals 100 ccm Wasser aus dem Aquarium des Hechtes einfließen; dieser war aber inzwischen mit 2 Elritzen gefüttert worden. Auch diesmal kam der Schwarm an das Regenwurmfutter, aber es war noch keine Minute verstrichen, als sich die Fische zum Versteck zurückzogen und mehrmals schreckhaft durcheinanderfuhren. Solange die Beobachtung währte (10 Minuten), wagte sich keiner mehr an den Futterplatz. Von 3 weiteren entsprechenden Versuchen fielen noch 2 positiv aus, d. h. das *vor* der Fütterung des Hechtes aus seinem Becken geschöpfte Wasser war unwirksam, während es *nach* Verfütterung auch nur *einer* Elritze einen zutraulichen Schwarm ausgiebig verschreckte. In einem Falle hat der Hecht die verschluckte Elritze später wieder ausgewürgt, ein andermal habe ich den Hecht getötet und seine Beute aus dem Magen herausgeholt; beide Fische zeigten einige mehrere Millimeter lange Rißwunden und überdies einige stichförmige Hautverletzungen durch die Hechtzähne. Mit diesen Versuchen *scheint mir erwiesen, daß die beim Fassen und Verschlingen der Beute bewirkten Hautverletzungen genügend Schreckstoff freimachen, um bei den Elritzen der Umgebung eine Fluchtreaktion auszulösen.*

Göz hatte beobachtet, daß *einzeln* gehaltene Elritzen schon auf Hechtgeruch allein durch Flucht oder Stillhalten reagieren. Wenn sie sich im *Schwarm* anders verhielten, so war doch anzunehmen, daß sie den Hechtgeruch bemerkten und vielleicht, äußerlich nicht erkennbar, in einen Zustand gesteigerter Reaktionsbereitschaft geraten konnten. Dies hat sich in weiteren Versuchsreihen bewahrheitet. Ich ließ in das Schwarmbecken Elritzenhautextrakt einfließen, der so stark verdünnt war, daß keine Reaktion eintrat; wenn ich dann Hautextrakt einlaufen ließ, der im gleichen

[1]) Die Frage wird zur Zeit in unserem Institut verfolgt.

Maße verdünnt war, aber *mit Hechtwasser* statt mit reinem Wasser, so wurde der Schwarm oft deutlich verschreckt; das Hechtwasser allein hatte keine Wirkung, der Hecht war in diesen Fällen natürlich nicht gefüttert worden. Von 21 verwertbaren derartigen Versuchsreihen hatten 13 ein positives Ergebnis.

Die Wirkung des Schreckstoffes aus der verletzten Haut von Artgenossen kann also durch den Geruch des bösen Feindes selbst, des Hechtes, beträchtlich verstärkt werden. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die Fluchtbereitschaft und die Fluchtdistanz durch die *optische* Wahrnehmung des Verfolgers noch weiter gesteigert wird. Ich habe in dieser Richtung mit Hechten keine Versuche gemacht. Aber es ist mir im freien See wiederholt aufgefallen, daß sich ein *zutraulicher* Elritzenschwarm durch das Erscheinen kleiner *Barsche*, wie sie in der gleichen Ufergegend häufig vorkommen, durchaus nicht stören läßt und diesen kaum überlegenen Räubern erst auf kürzesten Abstand durch geschickte Wendungen ausweicht; ist aber der Schwarm durch verletzte Elritzenhaut *verschreckt*, so ist in der Folgezeit schon das Auftauchen eines kleinen Barsches in weiter Entfernung ein hinreichender Anlaß zu schleuniger Flucht.

Bleibt solche optische Bedrohung aus, bleibt die Warnung auf das Gebiet des chemischen Sinnes beschränkt, dann erweist sich *die Scheu des verschreckten Schwarmes in hohem Grade als ortsgebunden.* Bei Aquarienversuchen ist dies wegen des beschränkten Raumes nicht zu erkennen. Bei Freilandversuchen sieht man die Elritzen nach der Vergrämung den Platz, wo sie den üblen Geruchseindruck empfangen haben, in beträchlichem Abstand umkreisen, ohne daß sie an das lockende Futter herankommen; wenn später die eine oder andere einen Vorstoß unternimmt, pflegt sie in schreckhafter Eile etwas von dem Futter aufzunehmen und rasch wieder davonzuflitzen. Derselbe Schwarm geht zur selben Zeit in einer Entfernung von wenigen Metern ohne Zögern und ganz zutraulich an dort eingebrachtes Futter. Es wäre ja auch nicht günstig für die Elritzen, wenn sie sich durch ein Ereignis, das in jedem See zu den alltäglichen Tragödien gehört, den Appetit verderben ließen. Durchaus zweckmäßig aber erscheint jene nachhaltige Scheu vor dem Schauplatz des Erlebnisses und das Verlagern der Nahrungsstreifen in benachbarte Gebiete, solange dort weder Nase noch Auge etwas Bedrohliches wahrnimmt.

Literatur.

S. DIJKGRAAF, Untersuchungen über die Funktion der Seitenorgane an Fischen. Z. vergl. Physiol. **20**, 162—214 (1933). — K. v. FRISCH, Vergleichende Physiologie des Geruchs- und Geschmackssinnes. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie **11**, 203—239 (1926) — Riechen und Schmecken beim Menschen und bei den Tieren. Natur u. Volk **65**, 269—283 (1935) — Zur Psychologie des Fisch-Schwarmes. Naturwiss. **1938**, 601—606. — C. J. HERRICK, The organ and sense of taste in fishes. Bull. Un. States fish commission **22**, 239—272 (Washington 1904). — C. HESS, Neue Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Zool. Jb. (Phys.) **33**, 387—440 (1913). — M. KRINNER, Über die Geschmacksempfindlichkeit der Elritzen. Z. vergl. Physiol. **21**, 317—342 (1934). — E. MATTHES, Geruchsdressuren an Meerschweinchen. Z. vergl. Physiol. **16**, 766—788 (1932) — Weitere Geruchsdressuren an Meerschweinchen. Z. vergl. Physiol. **17**, 464—490 (1932). — W. NAGEL, Vergleichend physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe. Bibl. Zool. **7**, H. 18, 1—207 (1894). — G. H. PARKER, The relation of smell, taste and the common chemical sense in vertebrates. J. Acad. nat. Sc. Philadelphia **15** (2.), 221—234 (1912). — M. PIPPING, Der Geruchssinn der Fische mit besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für das Aufsuchen des Futters. Soc. Sci. Fenn., Comm. Biol. II. **4** (Helsingfors 1926) — Ergänzende Beobachtungen über den Geruchssinn der Fische mit besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für das Aufsuchen des Futters. Soc. Sci. Fenn. Comm. Biol. II. **10**, (Helsingfors 1927). — R. STRIECK, Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn der Elritze. Z. vergl. Physiol. **2**, 122—154 (1924). — J. v. UEXKÜLL, Vergleichend-sinnesphysiologische Untersuchungen. I. Über die Nahrungsaufnahme des Katzenhaies. Z. Biol. **32**, 548—566 (1895). — W. L. WREDE, Versuche über den Artduft der Elritzen. Z. vergl. Physiol. **17**, 510—519 (1932). — W. WUNDER, Sinnesphysiologische Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme bei verschiedenen Knochenfischarten. Z. vergl. Physiol. **6**, 67—98 (1927).

Die chemische Untersuchung des Schreckstoffes aus Elritzenhaut.

Von RUDOLF HÜTTEL, München[1]).

Die vor längerer Zeit in Angriff genommene Arbeit zur Reindarstellung des Elritzen-Schreckstoffes mußte unterbrochen werden. Es seien deshalb die bisherigen Ergebnisse der Untersuchung, obwohl das Ziel noch nicht erreicht ist, kurz mitgeteilt.

Die Teste wurden in der von v. FRISCH[2]) beschriebenen Weise ausgeführt. Die Aquarien enthielten durchschnittlich 25 l Wasser und waren mit 8 Elritzen besetzt. Die zu prüfenden Substanzen löste man in 100 ccm Wasser. 1 Minute nach Beginn des Eingießens der Lösung ins Aquarium wurde mit zerhacktem Fleisch gefüttert und die Zählung der ans Futter kommenden Tiere begonnen. Unter diesen Bedingungen waren verdünnte Extrakte, von denen 100 ccm 0,5 mg frischer Elritzenhaut entsprachen, gerade hinreichend, um normal empfindliche Elritzenschwärme so zu beeinflussen, daß mindestens 10 Minuten lang kein Fisch ans Futter ging.

Zuerst war die Frage zu prüfen, ob nicht die Anwesenheit gewisser zur Anreicherung des Schreckstoffes notwendiger Chemikalien und Lösungsmittel in den Testlösungen die Testergebnisse beeinflussen könne. Dies war nicht der Fall bei Methyl-, Äthyl- und Butyl-

[1]) Chemisches Universitätslaboratorium München.
[2]) Naturwiss. **26**, 601 (1938).

alkohol und bei Aceton (geprüfte höchste Konzentration je 1 g pro 100 ccm), Pyridin (0,5 g), Amylalkohol (0,1 g), n/100-Schwefelsäure und n/100-Ammoniak. Auch Toluol und Octylalkohol (je 100 ccm gesättigte wässerige Lösung) waren ohne Effekt. Dagegen zeigten die niederen Fettsäuren (Ameisensäure bis Buttersäure) in der Konzentration n/100 eine gewisse leichte Schreckwirkung, geringere Konzentrationen aber waren wirkungslos. 0,1 proz. Salzlösungen (geprüft wurden Natriumsulfat, Kaliumchlorid und Natriumacetat) waren regelmäßig ohne Einfluß, doch riefen dieselben Salze in 1 proz. Lösung jedesmal eine sehr rasch vorübergehende, aber deutliche Nervosität hervor. Da die typische, unvergleichlich viel stärkere Wirkung des Schreckstoffes von Substanzmengen verursacht wird, die um einige Zehnerpotenzen unter diesen Konzentrationen liegen, war eine Störung durch diesen Effekt nicht zu befürchten.

Der Schreckstoff liegt in der Haut wahrscheinlich in sehr locker gebundener Form vor. Aus Elritzen, die ohne mechanische oder chemische Einwirkung durch Ersticken getötet werden, beginnt er erst einige Stunden nach dem Tode — vielleicht infolge einsetzender autolytischer Prozesse — auszutreten. Tötet man die Elritzen jedoch durch Einwirkung von Methanol, n/10-Essigsäure oder 10 proz. Salzlösungen, so entfalten diese Lösungen sofort nach dem rasch erfolgenden Tode annähernd die volle Schreckwirkung[1]).

Die den getöteten Elritzen abgezogenen Häute können frisch oder nach raschem, scharfem Trocknen über Phosphorpentoxyd extrahiert werden. Als Extraktionsmittel erwies sich mit Essigsäure schwach angesäuertes Wasser als vorteilhaft. Auch Methanol ist anwendbar, doch nimmt damit die Extraktion längere Zeit in Anspruch.

Die erhaltenen rohen wässerigen Wirkstofflösungen können nur aufbewahrt werden, wenn man sie steril hält. Der wirksame Faktor ist nicht kochbeständig (nach 10 Minuten Kochzeit waren nur noch etwa 20% der anfänglichen Wirkung feststellbar). Mineralsäuren und Laugen zerstören ihn schon bei Raumtemperatur. Er ist ausgesprochen hydrophil und nicht flüchtig. Die rohen Konzentrate sind auch in wasserhaltigem Alkohol oder Aceton löslich, unlöslich aber in den wasserfreien Lösungsmitteln. Mit Butylalkohol ist der Schreckstoff aus wässeriger Lösung nur schwer ausschüttelbar, doch kann man die Extraktion durch tagelanges Perforieren im Vakuum vollkommen gestalten. Mit zunehmender Reinheit werden die Fraktionen in Wasser immer schwerer löslich. Der Schreckstoff ist dialysierbar und mit Bleiacetat bei p_H 8—9 fällbar; dabei soll ein Überschuß des Fällungsmittels vermieden werden. Man kann ihn aus wässeriger oder methanolischer Lösung an Fullererde, Floridin-Bleicherde oder Aluminiumoxyd adsorbieren, nicht aber an Permutit, Calciumcarbonat oder Magnesiumoxyd. Doch gelingt die Elution nur schwierig, am besten mit Wasser-Pyridin-Gemischen.

Von dem reinsten Präparat — erhalten durch Kombination der eben genannten Reinigungsoperationen — zeigen 0,1 γ die gleiche Wirksamkeit wie ein Extrakt aus 0,5 mg frischer Elritzenhaut, die Anreicherung beträgt also 1:5000. Diese Substanz ist ein farb- und geruchloses, in Wasser ziemlich schwer lösliches Pulver. Von etwas weniger reinen Fraktionen liegen Stickstoffanalysen vor, die 25—30% Stickstoff ergaben. Zusammen mit den Löslichkeitseigenschaften macht dies wahrscheinlich, daß in den fraglichen Fraktionen *purin- oder pterinähnliche Substanzen* angereichert sind. Die Murexidprobe und die WEIDELsche Reaktion verlaufen jedoch negativ.

In Konzentrationen von 1 mg (gelöst in 100 ccm Wasser) wurde eine Reihe von Naturstoffen ähnlicher Eigenschaften, wie eben beschrieben (besonders Aminosäuren und diesen verwandte Stoffe, weiter Guanin und Xanthin) auf Schreckwirksamkeit geprüft. Sie alle waren unwirksam.

Herrn Prof. VON FRISCH danke ich sehr für die Ausführung der Teste in seinem Laboratorium, sowie für die Besorgung des Tiermaterials.

[1]) Vgl. auch v. FRISCH, vorstehenden Aufsatz.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über die Zusammenwirkung des H_2S mit Schwermetallsalz auf das Lab.

Die Inaktivierung des Labes durch Salze von Schwermetallen, wie Hg, Au, Pt und Cu, verläuft im allgemeinen langsam. Merkwürdigerweise aber wird dieser Inaktivierungsprozeß verstärkt, wenn man H_2S in das Lab-Schwermetallsalzgemisch einleitet. Selbst im Falle, wo das Schwermetallsalz für sich allein fast keine Inaktivierung zu verursachen imstande ist, tritt die Inaktivierung nach der Einleitung des H_2S deutlich in Erscheinung. H_2S für sich allein kann das Lab nicht inaktivieren, sondern es scheint vielmehr die Labwirkung zu befördern.

Das zu diesem Versuch verwendete Lab ist ein Handelspräparat (Dr. FRAENKEL und Dr. LANDAU). Jeder Versuch wurde bei Zimmertemperatur (etwa 20—25°) durchgeführt. Die Wirksamkeit des Labes wird aus der Zeitspanne umgerechnet, die für die Gerinnung der hinzugesetzten Milch nötig ist. Die Zeit von dem Zusatz der Milch bis zum Beginn der Gerinnung ist im allgemeinen der Labmenge umgekehrt proportional.

In Tabelle 1 ist ein Beispiel der Labinaktivierung durch $HgCl_2$ im Zusammenspiel mit H_2S dargestellt. Für das Zustandekommen der in Frage gestellten Inaktivierung gibt es ein Optimum in der Konzentration des H_2S, wie die Tabelle veranschaulicht. Das Optimum liegt unabhängig von der Konzentration des $HgCl_2$ bei etwa $^n/_{3000}$. Die Konzentration des H_2S (etwa $^n/_{1000}$), die in der Tabelle angegeben ist, wird nach Mischung der $HgCl_2$- und Lablösung je in gleicher Menge auf $^1/_3$ herabgesetzt, d. h. bei der Einwirkung auf etwa $^n/_{3000}$.

Für die Resultate ist die Reihenfolge, in der die 3 Komponenten zusammengebracht werden, von Wichtigkeit. Bei dem Versuche in dieser Tabelle wurde H_2S in Lösung zu dem $HgCl_2$-Labgemisch hinzugesetzt. Werden aber $HgCl_2$ und H_2S erst gemischt und dann der Lablösung zugefügt, so erzielt man nur eine viel geringere Inaktivierung, etwa $^1/_2$ im Vergleich mit der eben genannten. Im Verlaufe der Zeit nach der Mischung büßt das $HgCl_2$-H_2S-Gemisch an Wirksamkeit beträchtlich ein. Nach Ablauf von etwa zwei Stunden bei Zimmertemperatur behielt das Gemisch fast keine labschädigende Wirkung bei. Diese Erscheinung wurde auch mit $AuCl_3$, $PtCl_4$ und $CuSO_4$ beobachtet, nicht aber mit $FeCl_3$ und Pb-Acetat.

Aus dem oben Geschilderten können folgende Schlüsse gezogen werden: Wenn man H_2S mit Schwermetallsalz mischt, wird wahrscheinlich irgendeine Substanz gebildet, die auf das Lab schädigend einwirken kann. Für die Bildung dieser Substanz gibt es ein Optimum in der Konzentration des H_2S. Diese optimale Konzentration liegt ganz unabhängig von derjenigen des Schwermetallsalzes bei etwa $^n/_{3000}$. Die auf diesem Wege gebildete Substanz scheint in dem Maße labil, daß ihre Wirksamkeit auch bei Zimmertemperatur allmählich verlorengeht. Die Substanz wäre

Tabelle 1. Inaktivierung des Labes durch $HgCl_2$ im Zusammenspiel mit H_2S.

Konzentration des H_2S		n/20	n/40	n/80	n/160	n/320	n/640	n/1280	n/2560	n/5120	n/10240	H_2O *)
Konzentration des $HgCl_2$	n/1000	38	32	48	69	72	140	110	72	31	20	19
	n/2000	36	29	35	54	76	74	115	54	25	18	17
	n/5000	32	33	35	43	52	56	50	35	22	19	15
	n/10000	22	23	24	31	39	46	39	26	19	16	15
	n/20000	12	14	17	20	21	22	18	...	...	...	13
An Stelle des $HgCl_2$ wurde H_2O zugesetzt; es handelt sich also um die Wirkung des H_2S für sich allein.		9	10	10	10	12	13	14	14	15	14	14

1 ccm Lablösung (0,01 %) + 1 ccm wässerige Lösung des $HgCl_2$ + 1 ccm wässerige Lösung des H_2S + 1 ccm Milch; in dieser Reihenfolge wurden die 4 Komponenten rasch zusammengebracht. Die Zahlen geben die Zeitspanne (Sek.) an, die vom Zusatz der Milch bis zum Beginn der Milchgerinnung verstrichen ist. Die angegebene Konzentration des $HgCl_2$ und H_2S ist die vor der Mischung der 4 Komponenten.

allerdings im Wesen eine Schwermetall-Schwefelverbindung. Ihre Wirksamkeit aber wäre von der Art der Bindung oder von dem Kolloidalzustand abhängig. Die Wirksamkeit des mit dieser Substanz versetzten Labes wird fast momentan herabgemindert. Diese merkwürdige Erscheinung ist nicht nur dem Lab eigentümlich, da wir vor kurzem nachweisen konnten, daß sie auch bei einigen Virusarten, wie Vaccinevirus und Bakteriophagen, reproduzierbar ist. Der Bakteriophage wird in Anwesenheit sowohl der oben genannten Salze als auch von $FeCl_3$ und Pb-Acetat durch H_2S seiner Aktivität beraubt. Die in Frage stehende Erscheinung könnte in irgendeiner Beziehung damit stehen, daß H_2S den höheren Organismen schädlich ist.

Shanghai (China), Shanghai Science Institute, den 5. April 1941. HIDEO MORIYAMA. SHUNKICHI OHASHI.

*) An Stelle des H_2S wurde H_2O zugesetzt; es handelt sich also um die Wirkung des $HgCl_2$ für sich allein.

Steuerwirkung eines geladenen Teilchens im Feld einer Sekundäremissionskathode.

Befestigt man auf der metallischen Objektplatte eines Elektronenabtasters[1]) isoliert eine Metallsonde (Fig. 1) und erteilt ihr eine negative Vorspannung u_s gegen die Platte, so zeigt sie sich im Elektronenbild von einem schwarzen Hof umgeben, dessen Durchmesser mit u_s zunimmt und bis über eine Zehnerpotenz größer werden kann als der Sondendurchmesser (Fig. 2 links). Dieselbe Erscheinung stellt sich an einem lose auf die Objektplatte gelegten Glimmerplättchen ein (G in Fig. 1 und 2).

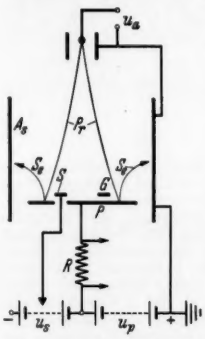


Fig. 1. *Versuchsanordnung.* K Glühkathode, Pr abtastender Primärstrahl, Se Sekundärelektronen, P Objektplatte, S Sonde, G Glimmerplättchen, u_a Anodenspannung, u_s Sondenspannung, u_p Plattenspannung gegen die Sekundäremissionsanode A_2, R Eingangswiderstand des Verstärkers für die Bildschreibröhre.

Der Vorgang erklärt sich aus der Feldverteilung um eine solche Sonde, welche derjenigen einer Plationröhre mit positiv vorgespannter Steuerplatte ähnlich ist, bei der die Kathode die Rolle der Sonde übernimmt: Bei hohen negativen Spannungen u_s bleibt die Feldstärke auch in größerer Entfernung von der Sonde niedrig, so daß die emittierten Sekundärelektronen durch das Feld der Anode A_2 nicht abgesaugt werden können. Man sieht also im Elektronenbild direkt die in der Umgebung der Sonde vor der Kathode schwebende Raumladungswolke; ihr Durchmesser nimmt erwartungsgemäß mit dem Strom der Primärelektronen zu und mit zunehmender Spannung u_p an der Sekundäremissionsstrecke ab. Bei großem u_s sind die Raumladungswolken trotz der quadratischen Form der Sonde und des gleichgroßen Glimmerplättchens kreisrund.

Der gefundene Effekt erklärt verschiedene Beobachtungen am Elektronenabtaster, deren Deutung bisher unsicher war: die scheinbare Herabsetzung der Sekundäremission in

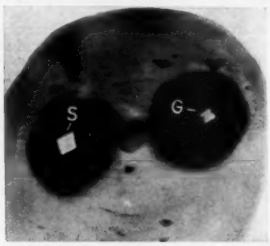


Fig. 2. *Bild zweier Raumladungswolken.* Durch Wahl von u_s ist der Durchmesser der Raumladung um die Sonde dem Raumladungsdurchmesser um das negativ aufgeladene Glimmerplättchen angeglichen. u_s = 800 V, u_p = 100 V, $i_s = 3 \cdot 10^{-6}$ A, u_a = 4000 V. Durchmesser von Sonde und Glimmerplättchen 2,5 mm. Durchmesser der Raumladungswolken ~15 mm.

Vertiefungen und Rillen[2]) eines metallischen Objekts, in denen wegen der dort niedrigeren Feldstärke die Raumladung liegen bleibt; die scheinbar kleinere Sekundäremission in der Mitte einer zur SE-Anode konzentrischen runden Objektplatte[3]); ferner das Auftreten schwarzer Flecken im Elektronenbild, die an kleine, nahezu unsichtbare, isolierende Staubteilchen von weniger als $^1/_{10}$ des Fleckdurchmessers gebunden sind, welche negativ aufgeladen werden[4]), sobald ihr Sekundäremissionsfaktor bei der gewählten Geschwindigkeit der Primärelektronen kleiner als 1 geworden ist. Die erstaunlich große Wirkung solcher kleinen isolierenden Staubteilchen auf der Kathode ergibt sich daraus, daß der Durchmesser des gesperrten Kathodenbereichs mit dem Sondendurchmesser, der Sondenspannung und der Sondenhöhe nur langsam abnimmt (nach einer vereinfachten Rechnung mit der dritten Wurzel aus diesen Größen), so daß z. B. Teilchen von ≈ 0,01 mm Durchmesser bei einer Aufladespannung von ≈ 1 Volt schon ein Gebiet zu sperren vermögen, das etwa ihrem dreißigfachen Durchmesser entspricht. Auch beim Zustandekommen des „Störsignals" von Bildabtastströhren[5]) kann der beobachtete Effekt eine entscheidende Rolle spielen, sobald die negative Aufladung der freien Glimmeroberfläche diejenige der Mosaik-Photokathoden überwiegt.

Mittels der Sonde ist auch eine *Messung* der Aufladespannung isolierender Teilchen auf einer metallischen Objektplatte möglich. Bringt man z. B. ein Glimmerstückchen von gleichem Querschnitt und gleicher Höhe wie die Sonde auf die Objektplatte (Fig. 2 rechts), so ergibt die für gleichen Durchmesser beider Höfe abgelesene Sondenspannung seine Aufladespannung. Wie das Beispiel der Fig. 2 zeigt, ist diese schon bei normalen Abtastspannungen relativ hoch. Wird R in den Stromzweig zwischen A_2 und u_p verlegt, so zeigt sich übrigens auch bei hoher *positiver* Sondenspannung gegen die Objektplatte im Elektronenbild ein

Hof; in diesem Falle bleiben die emittierten Sekundärelektronen in der Gegend des Hofes aber nicht in Form einer Raumladung liegen, sondern werden statt zu A, zur näher gelegenen Sonde abgesaugt. Der Hof zeigt also in diesem Fall um die Sonde eine *geringere* Raumladung an als die vor der übrigen Plattenfläche vorhandene.

Ich danke der deutschen Forschungsgemeinschaft für Bereitstellung der Mittel und Herrn E. UNVERHAU für Durchführung wesentlicher Messungen.

Berlin, Abteilung für Röhrentechnik des Elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule, den 7. April 1941. M. KNOLL.

[1]) M. KNOLL, Z. techn. Physik. 16, 467 (1935). — M. KNOLL u. R. THEILE, Z. Physik 113, 260 (1939).
[2]) M. KNOLL, l. c. (Abb. 13).
[3]) Ebenda (Abb. 12).
[4]) M. KNOLL, Physik. Z. 1941 (im Druck).
[5]) Vgl. z. B. M. KNOLL, Z. techn. Physik 19, 307 (1938).

Über die Sekundärstrahlung der Mesotronen.

Es wurden mit einer vollautomatischen Nebelkammer[1]) Untersuchungen über die kleinwinkeligen Bothe-Schmeiser-Schauer[2]) angestellt.

Die Nebelkammer, die 25 cm Durchmesser und 5 cm Tiefe aufwies, war im Innern mit zwei 0,5 cm starken Bleiplatten versehen. Als Gasfüllung wurde in der üblichen Alkohol-Wassermischung gesättigtes Argon von gegenüber dem Atmosphärendruck leicht niedrigerem Druck verwendet. Die für die Steuerung der Kammer vorgesehenen Zählrohre (20 × 4,5 qcm) waren mit Argon und Alkoholdämpfen gefüllt: Auflösungsvermögen 10^{-6} Minuten. Die Ausdehnung der Kammer wurde durch die vierfache Koinzidenz der 4 Zählrohre (s. Fig. 1) gesteuert. Der von den beiden Zählerpaaren ausgeblendete Winkel war vollständig von einem 15 cm starken Bleipanzer ausgefüllt.

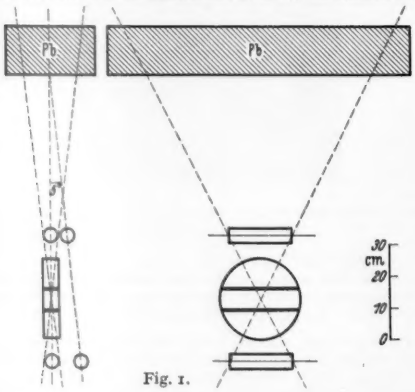


Fig. 1.

Die vom Bleipanzer ausgehenden und eine Koinzidenz ergebenden Schauer hatten einen Divergenzwinkel von 5°.

Der Versuch wurde in einem Raum des Instituts gemacht; die darübergelegenen Stockwerke entsprechen einer Stärke von ungefähr 100 g/qcm.

In den 222 Arbeitsstunden des Geräts wurden insgesamt 213 photographische Aufnahmen gemacht, von denen 40 keine, die übrigen 173 indessen Spuren kosmischer Strahlungen aufweisen.

Bloß 7 von den Aufnahmen lassen einen einzigen Strahl erkennen, der durch die Kammer geht, ohne Sekundärstrahlung zu verursachen. Bei allen übrigen sind Sekundärstrahlungen zu beobachten, die sich deutlich als elektronische und photonische Strahlungen verhalten und sich nach dem Schema BHABHA-HEITLER vervielfachen. Tabelle 1 gibt die Anzahl der beobachteten Sekundärstrahlen.

Aus der Tabelle wie auch aus Fig. 2, in welcher eine der gemachten Aufnahmen[3]) als Beispiel wiedergegeben ist, geht deutlich hervor, daß die kleinwinkeligen Schauer meist nicht Mesotronen-, sondern Elektronen- und Photonenschauer sind, die die übliche Zerteilung erfahren.

Wenn indessen Mesotronen-Schauer existieren, so sind sie jedenfalls eine seltene Erscheinung.

Mailand (Italien), Physikalisches Institut der Kgl. Universität, den 15. April 1941. GIUSEPPE COCCONI.

[1]) Ricerca Scientifica, im Erscheinen.
[2]) W. BOTHE, K. SCHMEISER, Ann. Physik 32, 161 (1938).
[3]) Die Nebelkammer wurde aus zwei zueinander um 60° geneigten Richtungen photographiert.

Tabelle 1.

Anzahl der Sekundärstrahlen	1	2	3	4	5—6	7—9	10—14	15—19	20—29	30—40	>40
Anzahl der Aufnahmen . .	13	19	25	23	20	12	20	8	13	11	2

Röntgenographische Hochtemperaturaufnahmen an Berylliumoxyd.

Das in der chemischen und keramischen Industrie viel verwendete BeO wurde bezüglich verschiedener Eigenschaften röntgenographisch untersucht. Die Versuche an dünnen gesinterten Probestäbchen[1]) erstreckten sich auf die Bestimmung der Gitterkonstanten, der thermischen Ausdehnung, der charakteristischen Temperatur und auf die Frage, ob die Röntgeninterferenzen bei Temperatursteigerung eine merkliche Änderung ihrer Schärfe erleiden.

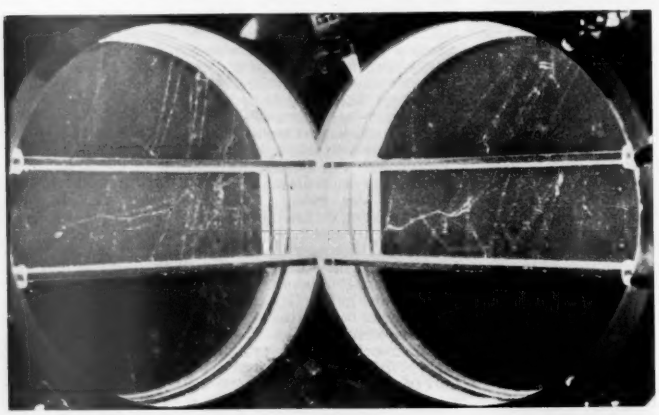


Fig. 2.

Das diamantähnlich kristallisierende, hexagonale BeO besitzt nach den vorliegenden Versuchen eine Gitterkonstante $a = (2{,}695 \pm 0{,}001)$ Å und ein Achsenverhältnis $c/a = 1{,}63_3$ bei 20°[2]). Die Gitterkonstanten und die mittleren thermischen Ausdehnungskoeffizienten sind in der Tabelle aufgeführt; das Achsenverhältnis bleibt über den Temperaturbereich praktisch unverändert.

Die Höhe der charakteristischen Temperatur kann aus dem photometrisch ermittelten Intensitätsabfall der Röntgeninterferenzen bei Temperaturerhöhung angenähert angegeben werden. Der so gefundene Wert stellt, da die

Temperatur in Grad	a in Å	Temperaturbereich	mittl. therm. Ausdehnungs-Koeffizient
20	2,695	0— 200°	$5{,}8 \cdot 10^{-6}$
225	2,698	200— 400°	$7{,}3 \cdot 10^{-6}$
400	2,703	400— 600°	$9{,}0 \cdot 10^{-6}$
700	2,710	600— 800°	$10{,}6 \cdot 10^{-6}$
1000	2,719	800—1000°	$12{,}1 \cdot 10^{-6}$

DEBYEsche Theorie nur für einfache kubische und hexagonale Gitter gilt, zunächst nur einen Anhalt dar, weil BeO ein zusammengesetztes Gitter ist. Die ZENERsche Theorie[3]) des Temperaturfaktors für einfache hexagonale Gitter kann zum Vergleich nicht herangezogen werden, da für BeO keine elastischen Daten vorliegen. Es muß somit in der DEBYEschen Theorie eine mittlere Atommasse eingesetzt werden, ein Verfahren, was sich schon früher im Falle des NaCl nach Messungen von JAMES bewährt hat. Zur Berechnung der charakteristischen Temperatur wurde der Intensitätsabfall von Summationsspektren verwendet, d. h. von Interferenzen, bei denen die Strukturfaktoren der beiden Atomarten additiv zusammentreten, wie z. B. (11$\bar{2}$0). Die Auswertung führt auf eine charakteristische Temperatur von $\Theta = 1280°$ abs. Die röntgenographischen Messungen wurden demnach in einem Temperaturbereich zwischen $T/\Theta = 0{,}23$ und $T/\Theta = 1{,}0$ durchgeführt (T abs. Temp.). Der Wert von Θ stellt einen Mittelwert dar zwischen $\Theta_\parallel$ und $\Theta_\perp$ zur Hauptachse des hexagonalen Gitters. Dieser Wert stimmt nun gut überein mit einem Wert, der aus Messungen der Molekularwärme[4]) folgt. Diese kalorischen Daten gehorchen gut der Debye-Funktion für einfache feste Körper (spezifische Wärme c_v in Abhängigkeit von T/Θ). In der Übereinstimmung der aus der röntgenographischen und aus der thermischen Messung sich ergebenden Werte für die charakteristische Temperatur kann auf die noch erlaubte Anwendung der DEBYEschen Theorie auf diamantähnliche zusammengesetzte Gitter geschlossen mit zwei Atomarten werden (z. B. ALN, SiC).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde weiter ein Vergleich der Schärfe derselben Röntgeninterferenzen bei verschiedenen Temperaturen gezogen. Bei den Röntgenaufnahmen wurde das BeO-Stäbchen nicht gedreht, so daß bei schwach divergentem Primärstrahlenbündel die Interferenzen desselben Kristallites bei niedriger und bei hoher Temperatur unmittelbar miteinander auf demselben Film verglichen werden konnten. Während nach der älteren DEBYEschen Theorie[5]) sich die Schärfe einer Röntgeninterferenz bei zunehmender Temperatur nicht ändert, wird in den späteren Theorien von FAXÉN[6]) und WALLER[7]) eine Verbreiterung gefordert, die bei hohen Temperaturen sogar so groß werden soll, daß die eigentliche Interferenz (Laue-Anteil) ganz in der kontinuierlichen Wärmestreustrahlung verschwindet. Bei einfachen kubischen Gittern hat danach die Intensität I_2 der Wärmestreustrahlung, der sich die Interferenzen überlagern, den Wert

$$I_2 = \frac{|\psi|^2}{R^2} \cdot e^{-2M} \cdot \sum_1^\infty T_\nu$$

wo ψ die Amplitude, R den Abstand vom Streuzentrum, M den Temperaturfaktor bedeuten. Die Reihenglieder T_ν besitzen an den Stellen, an denen die LAUEsche Interferenzfunktion Maxima besitzt, ebenfalls Maxima, die sich von dem Laue-Anteil durch eine mehr oder weniger starke Verwaschung und durch sehr geringe Intensität unterscheiden. Die T_ν stehen in direkter Beziehung zu den elastischen Konstanten des Gitters. Für ein ideales NaCl-Kristallfragment schätzt WALLER diesen bisher noch nicht beobachteten Beitrag der T_ν zum (600)-Reflex auf etwa 4 %. Hier wurde nun durch Vergleich der analogen Interferenzen eines bestimmten Kriställchens bei einem Streuwinkel von etwa $2\vartheta = 110°$ festgestellt, daß eine Änderung der Interferenzschärfe beim Übergang von 20° zu 1000° sicher weniger als 5 % der Halbwertsbreite beträgt (Genauigkeitsgrenze). Bei diesen Versuchen wurde das empfindliche Kriterium benutzt, daß bei FeKα-Strahlung und dem angegebenen Streuwinkel gerade das $\alpha_1\alpha_2$-Dublett bei den benachbarten (013)-, (012)-, (112)- und (021)-Interferenzen als aufgelöst erscheint. Diese Aufspaltung ist aber wesentlich von der Schärfe der Interferenzen abhängig, da bei einer nur geringen Linienverbreiterung die Interferenzen der α_1- und α_2-Linie zusammenfließen. Somit kann gesagt werden, daß eine Änderung der Schärfe einer Röntgeninterferenz für den vorliegenden Fall und für diesen Temperaturbereich außerhalb der angegebenen Grenze nicht eintritt. Wahrscheinlich wird eine solche merkbare Beeinflussung der Interferenzschärfe durch die Wärmeschwingungen des Gitters höchstens in einem Temperaturbereich erwartet werden können, in dem schon erhebliche Anharmonizitäten der Gitterschwingung eintreten, also in der Nähe des Schmelzpunktes.

Zur Zeit Feldpostnummer L 37878, Luftgaupostamt Berlin, den 30. April 1941. H. NITKA.

[1]) Der Deutschen Gold- und Silber-Scheideanstalt, Frankfurt a. M., danke ich für Überlassung der Proben.

[2]) H. ZACHARIASEN, Z. phys. Chem. **119**, 201 (1926).

[3]) Vgl. ZENER u. BILINSKY, Physic. Rev. **50**, 489 (1937) — JAUNCEY u. BRUCE, Physic. Rev. **51**, 60 (1937).

[4]) A. MAGNUS u. H. DANZ, Ann. Physik **81**, 407 (1926); LANDOLT-BÖRNSTEINsche Tabellen (nach Messungen von P. GÜNTHER). — Der Schmelzpunkt von BeO liegt bei 2570° nach Messungen von v. WARTENBERG u. WERTH, Z. anorg. u. allg. Chem. **190**, 178 (1930).

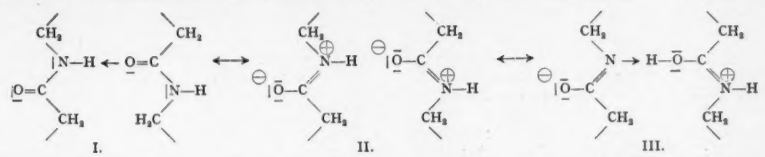
[5]) P. DEBYE, Ann. Physik **43**, 49 (1914).

[6]) H. FAXÉN, Z. Physik **17**, 266 (1923) — Ann. Physik **54**, 615 (1918).

[7]) I. WALLER, Ann. Physik **83**, 154 (1927).

Bemerkung zu meiner Mitteilung „Über die zwischen linearen Kettenmolekülen mit Peptidbindungen wirkenden Kräfte".

Herr Dr. EISTERT macht mich freundlichst darauf aufmerksam, daß die Formulierung der Wasserstoffbindung in meiner obengenannten Mitteilung mißverständlich ist. Das ist insofern richtig, als sie den Eindruck erweckt, als ob zwischen Stickstoff- und Kohlenstoffatom direkte Bindung durch gemeinsame Elektronen eintritt. Natürlich ist dies nicht der Fall, und man muß daher, sofern man eine präzisere Darstellung als die allgemein übliche: $\diagdown\!\!\diagup NH\ldots O=C\diagdown\!\!\diagup$ anstrebt, wohl besser die Elektronenformeln angeben:



I. II. III.

Elektronenpaare sind in üblicher Weise durch Striche bzw. Pfeilstriche gekennzeichnet. Der Pfeilstrich bedeutet, daß das Atom, von dem er ausgeht, ein Elektronenpaar besitzt, an das das Proton gebunden werden könnte.

Man könnte zweifelhaft sein, ob die Formal III zur möglichst richtigen Wiedergabe der wirklichen Verhältnisse noch notwendig ist. Ließe man sie fort, so würde das bedeuten, daß die Wasserstoffbindung wesentlich elektrostatischer Natur ist. Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse muß diese Frage offen bleiben.

Wir haben allerdings bei der Untersuchung der Wasserstoffbindung beim kristallisierten Dihydrat der Oxalsäure feststellen können, daß der Abfall der Elektronendichte zwischen den beiden mittels Wasserstoffbindung verbundenen Sauerstoffatomen besonders flach[1]) und symmetrisch zu ihrem Mittelpunkt verläuft. Dies muß man wohl so deuten, daß das bindende Wasserstoffatom den beiden Sauerstoff-

atomen gleichartig angehört. Die beim Oxalsäure-Dihydrat vorliegenden Verhältnisse sind aber nicht ohne weiteres auf die zwischen NH- und CO-Gruppe vorhandene Bindung zu übertragen.

Ludwigshafen a. Rh., I.G. Farbenindustrie A.G., Forschungslaboratorium Oppau, den 3. Mai 1941. R. BRILL.

[1]) Vgl. Naturwiss. **27**, 677 (1939).

Resistenzversuche mit polyploiden Pflanzen.

Die Annahme einer *höheren Resistenz oder Anpassungsfähigkeit polyploider Formen* spielt seit HAGERUP[1]) und TISCHLER[2]) eine Rolle bei *pflanzengeographisch-ökologischen* Betrachtungen [vgl. MÜNTZING[3]), FISCHER und SCHWANITZ[4]), neuerdings die Literatur bei LEHMANN[5])], sie ist wichtig für die praktische *Pflanzenzüchtung* [vgl SCHWANITZ[6]), SCHLÖSSER[7])] und nicht zuletzt für Fragen der *Artbildung* [vgl. WETTSTEIN[8])]. Trotz der Vielgestaltigkeit und Tragweite aller dieser Probleme sind, gegenüber den vielen Beobachtungen über *Form* und *Entwicklung* von Polyploiden, Untersuchungen über ihre *physiologische Leistung* immer noch spärlich und, soweit vorhanden, nicht frei von Widersprüchen [vgl. SCHWANITZ[6]), PIRSCHLE[9])]. Derart entbehrt die eingangs genannte Annahme noch weitgehend der experimentellen Grundlagen; ganz abgesehen davon, daß der Stoffwechsel polyploider Pflanzen an sich Interesse beansprucht, da das Polyploidieproblem eine ausschließlich botanische Angelegenheit ist.

Im Zuge der seit längerer Zeit eingeleiteten stoffwechselphysiologischen Untersuchungen an Polyploiden[9, 13]) wurden auch Versuche in Wasserkulturen durchgeführt. Das Ergebnis eines solchen Wasserkulturversuchs mit *Stellaria media* $2n$ und $4n$, in dem die Gesamtkonzentration der Nährlösung variiert wurde, ist in Tabelle 1 kurz dargestellt. Im einzelnen wird darauf zusammen mit den ausgeführten Analysen an anderer Stelle zurückzukommen sein. Vorläufig läßt sich nur sagen, daß weder nach dem Aussehen der Pflanzen noch in ihrer Länge oder in ihrem Gewicht irgendeine Überlegenheit der $4n$ in Erscheinung trat. Im Gegenteil blieben in den verdünnteren ($^1/_{10}$ und $^1/_3$ NL) und konzentrierteren (3 NL, 10 NL) Nährlösungen die $4n$ gegenüber den $2n$ stärker zurück als in der „normalen" Nährlösung (NL). Und wenn in der Länge mit zunehmender Verdünnung eine gewisse Angleichung der $4n$ an die $2n$ erfolgt, so handelt es sich dabei ($^1/_{10}$ NL) um absterbende Kümmerpflanzen. Wasserkulturversuche mit *Epilobium collinum*, in

Tabelle 1.

Wasserkulturen		$^1/_{10}$ NL		$^1/_3$ NL		NL		3 NL		10 NL	
Länge (cm)	$2n$	12,24		17,99		21,45		23,78		17,67	
	$4n$	11,20	*91*	13,67	*76*	16,22	*76*	15,94	*67*	9,54	*54*
Frisch-gewicht (g)	$2n$	0,32		0,68		1,06		1,46		0,69	
	$4n$	0,20	*62*	0,57	*84*	1,27	*120*	0,70	*48*	0,32	*46*
Trocken-gewicht (mg)	$2n$	52,1		91,1		142,1		159,3		72,9	
	$4n$	28,6	*55*	70,1	*77*	149,6	*105*	63,8	*40*	29,1	*40*

Stellaria media (20. VII. bis 14. IX. 1940). Länge, Frischgewicht und Trockengewicht je Pflanze (Wurzel plus Sproß); Mittelwerte, die Differenzen $2n/4n$ sind nur teilweise statistisch gesichert. Die *kursiven* Zahlen bedeuten das Verhältnis der $4n$- zu den entsprechenden $2n$-Werten ($2n = 100$). — NL „normale" Nährlösung (0,002 mol $NaNO_3$, 0,002 mol KCl, 0,002 mol $CaCl_2$, 0,0008 mol $MgSO_4$, 0,001 mol Na_2HPO_4/H_3PO_4-Gemisch, 0,000001 mol Fe-Zitrat, p_H etwa 5.

Tabelle 2.

Klimakammern		Länge (cm)	Frischgewicht (g)	Trockengewicht (mg)
I konstant (heißfeucht)	$2n$ / $4n$	alles abgestorben; $4n$ etwa 4 cm, Stengel und Blätter braun und welk; $2n$ etwa 5—6 cm, länger frisch und auch sonst kräftiger		
II konstant (heißtrocken)	$2n$ / $4n$	braune dürre Reste, etwa 3—4 cm, von Anfang an kein Unterschied zwischen $2n$ und $4n$, beide nach kurzer Zeit abgestorben		
III konstant (gemäßigt)	$2n$	18,2 ± 1,43	3,01 ± 0,932	303 ± 76,2
	$4n$	14,2 ± 1,34 *78*	2,85 ± 0,464 *95*	293 ± 91,1 *86*
IV konstant (kalt)	$2n$	9,6 ± 0,77	1,15 ± 0,418	129 ± 48,1
	$4n$	8,6 ± 0,72 *90*	1,04 ± 0,109 *90*	122 ± 14,0 *95*
tags I/nachts IV (heißfeucht/kalt)	$2n$	8,5 ± 0,69	0,41 ± 0,074	53 ± 10,6
	$4n$	6,3 ± 0,72 *74*	0,28 ± 0,081 *69*	41 ± 7,1 *78*
tags II/nachts IV (heißtrocken/kalt)	$2n$	5,3 ± 0,59	0,20 ± 0,068	43 ± 11,6
	$4n$	5,1 ± 0,38 *96*	0,17 ± 0,079 *85*	35 ± 6,7 *81*
tags III/nachts IV (gemäßigt/kalt)	$2n$	19,2 ± 1,88	3,35 ± 0,598	298 ± 62,1
	$4n$	14,2 ± 1,62 *74*	2,85 ± 0,972 *85*	265 ± 96,4 *79*
tags I/nachts III (heißfeucht/gemäßigt)	$2n$	13,8 ± 1,86	1,02 ± 0,193	133 ± 27,1
	$4n$	7,6 ± 1,32 *55*	0,60 ± 0,142 *58*	74 ± 11,3 *61*
tags II/nachts III; (heißtrocken/gemäßigt)	$2n$	6,0 ± 1,23	0,18 ± 0,067	42 ± 12,1
	$4n$	4,7 ± 0,73 *78*	0,19 ± 0,035 *106*	39 ± 5,8 *94*
Wechsel I/II (heißfeucht/heißtrocken)	$2n$ / $4n$	$4n$ nach kurzer Zeit abgestorben, knapp 4 cm; $2n$ halten länger durch, 5—6 cm, zur Zeit der Ernte auch braun und welk		
Wechsel I/III (heißfeucht/gemäßigt)	$2n$	7,3 ± 0,88	0,35 ± 0,201	77 ± 27,6
	$4n$	$4n$ braune vertrocknete Reste, 4—5 cm, Stengel teilweise noch grün und saftig, Blätter vollkommen vertrocknet		
Wechsel II/III (heißtrocken/gemäßigt)	$2n$	6,1 ± 0,79	0,35 ± 0,105	76 ± 13,5
	$4n$	5,3 ± 0,53 *87*	0,34 ± 0,039 *97*	63 ± 5,3 *83*

Stellaria media (12. III. bis 23. IV. 1941). Länge, Frischgewicht und Trockengewicht je Pflanze (Sprosse); Mittelwerte $\pm t \cdot m$, mittlere Fehler unter Berücksichtigung der Zahl der Pflanzen und der Freiheitsgrade für $P = 0{,}01$. Die *kursiven* Zahlen bedeuten wieder das Verhältnis der $4n$- zu den $2n$-Werten ($2n = 100$). — I (heißfeuchtes Klima) Temperatur 30—32°, Luftfeuchtigkeit 90—95%; II (heißtrocken) 30—32°, 40—50%; III (gemäßigt) 20—21°, 60 bis 70%; IV (kalt) 10—11°, 60—70%. In allen Kammern täglich 14 Stunden Beleuchtung mit Nitralampen, Lichtintensität 7000—8000 Lux. — I konstant: andauernd in Kammer I, analog II konstant usw.; tags I/nachts IV: tagsüber (während der Beleuchtung) in Kammer I (heißfeucht), nachts (bei Dunkelheit) in Kammer IV (kalt), analog tags II/nachts IV usw.; Wechsel I/II: halbe Woche Tag und Nacht in Kammer I, andere halbe Woche Tag und Nacht in Kammer II, analog Wechsel I/III usw.

denen auch einzelne Nährsalze für sich variiert wurden, erbrachten ähnliche Ergebnisse.

Zielen diese in verschiedener Richtung noch auszubauenden Wasserkulturversuche auf die *edaphischen* Faktoren ab, so wurden hinsichtlich *klimatischer* Faktoren Versuche in den Klimakammern des Instituts[10]) eingeleitet. Das Ergebnis eines solchen gleichfalls mit *Stellaria media* durchgeführten Versuchs ist in Tabelle 2 zusammengefaßt. Außer konstanten Bedingungen (I heißfeucht, II heißtrocken, III gemäßigt, IV kalt) wurden einzelne Gruppen einem regelmäßigen Tag/Nacht-Wechsel (I/IV, II/IV usw.) unterworfen und bei anderen Gruppen halbwöchentlich die Bedingungen gewechselt (Wechsel I/II usw.). Auch hier erwiesen sich in keinem Fall die $4n$ überlegen. Wo Unterschiede in Erscheinung traten, hielten — und meist mit erheblichem Abstand — die $2n$ besser durch. Am eindrucksvollsten war das Bild in der Gruppe Wechsel I/III (halbe Woche heißfeucht, halbe Woche gemäßigt): die $4n$ zur Zeit der Ernte ausnahmslos welk und abgestorben, die $2n$ im Wuchs zwar zurück, aber noch frisch. Man beachte ferner die großen Wachstumsunterschiede zwischen den $2n$ und $4n$ in der Gruppe tags I/nachts III, wie überhaupt heißfeuchtes Klima (konstant oder im Wechsel mit anderen Bedingungen) für die $4n$ relativ zu den $2n$ besonders nachteilig war. Durch heißtrockenes Klima (auch im Wechsel mit gemäßigt oder kalt) wurden beide Genotypen schwer geschädigt, die $2n$- und $4n$-Werte liegen hier, wie übrigens auch bei III konstant und IV konstant, völlig innerhalb der Fehlergrenzen. Auch diese Klimakammerversuche werden in verschiedener Hinsicht abzuwandeln sein, um so mehr, als über die Hitze- und Kälteempfindlichkeit (Frost- und Dürreresistenz) von Polyploiden bereits mehrere, in wesentlichen Punkten allerdings nicht übereinstimmende Angaben vorliegen [Schlösser[7]), Kostoff[11]), Heilbronn[12]), Györffy[13])].

Es wäre mehr als verfrüht, aus den hier kurz skizzierten Ergebnissen schon allgemeine Schlußfolgerungen zu ziehen, bevor nicht *verschiedene Arten* in dieser und ähnlicher Form abgeprüft sind. Und dann handelt es sich vorläufig um *autopolyploide* Formen, während in der Natur (und auch in der Praxis) in der Hauptsache, wenn nicht ausschließlich, *Allopolyploide* in Betracht kommen. Wie verschieden sich die identische Vermehrung eines Chromosomensatzes gegenüber einem Zusammenfügen verschiedener Genome auswirkt, hat hinsichtlich der Zellgröße von Moosen neuerdings wieder v. Wettstein[8]), hinsichtlich ihres osmotischen Wertes Becker[14]) gezeigt. Wir halten es für richtig, auch bei höheren Pflanzen auf synthetischem Wege — wenn man so sagen darf — Formen mit bekanntem Genominhalt aufzubauen, mit einfachen Typen beginnend, und diese dann schrittweise auf ihre physiologische Leistung hin zu prüfen; wobei das stoffwechselphysiologische Moment im Vordergrund stehen soll und Konsequenzen für die eingangs genannten Probleme nur berücksichtigt werden, als sie sich zwanglos ergeben.

Weitere Untersuchungen sind im Gange. Sie werden mit Unterstützung des Reichs- und Preußischen Ministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und mit Unterstützung des Reichsforschungsrates durchgeführt.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Abteilung von Wettstein, den 6. Mai 1941. Karl Pirschle.

[1]) O. Hagerup, Hereditas (L und) **16**, 19—40 (1932).
[2]) G. Tischler, Proc. VI. intern. Bot. Congr. **1935**, 54; Bot. Jb. **67**, 1—35 (1935).
[3]) A. Müntzing, Hereditas (Lund) **21**, 263—378 (1935/36).
[4]) A. Fischer u. F. Schwanitz, Züchter **8**, 225—231 (1936).
[5]) E. Lehmann, Jb. wiss. Bot. **89**, 467/468 (1940).
[6]) F. Schwanitz, Naturwiss. **28**, 353—361 (1940).
[7]) L. A. Schlösser, Forsch.dienst **3**, 69—82 (1937); **10**, 28—40 (1940).
[8]) F. von Wettstein, Ber. dtsch. bot. Ges. **58**, 374—388 (1940).
[9]) K. Pirschle, Planta (Berl.) **31**, 349—405 (1940); Naturwiss. **29**, 45—46 (1941).
[10]) F. von Wettstein u. K. Pirschle, Naturwiss. **28**, 537—543 (1940). — K. Pirschle u. F. von Wettstein, Biol. Zbl. **60**, 626—658 (1940).
[11]) D. Kostoff, J. Genet. **36**, 447—468 (1938).
[12]) A. Heilbronn, Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul **1**, 56 bis 60 (1935).
[13]) B. Györffy, Planta (Berl.) **32**, 15—37 (1941).
[14]) G. Becker, Z. Abstammungslehre **60**, 17—38 (1931).

Zur Polymerisation in einem Fällungsmittel.

Polymerisiert man ein Vinylderivat, etwa Styrol, in Lösung, so erhält man bei gleicher Konzentration je nach dem Lösungsmittel Polymerisate etwas verschiedenen Molekulargewichtes[1]). Die untersuchten Lösungsmittel sind mit einer Ausnahme sämtlich gute Lösungsmittel auch für das Polymerisat. Polyacrylsäure, hergestellt in Toluol (das nur das Monomere löst, das Polymere aber ausfällt), besaß, wie es schien, unabhängig von der Temperatur, etwa das gleiche Molekulargewicht[2]). Da jedoch die Molekulargewichtsbestimmung an Polyakrylsäure schwierig und unsicher ist, wurden die Versuche an Styrol wiederholt.

Auch vom biologischen Standpunkt schienen solche Versuche von Interesse, denn vielfach dürften die natürlichen Hochmolekularen so entstanden sein, daß die monomeren Bestandteile in den Zellsäften noch löslich sind, das Polymere aber nicht mehr löslich ist. Hiermit hätte auch die angeblich gleiche Länge aller Ketten in Naturstoffen zusammenhängen können.

Vergleichende Versuche an Styrol, gelöst in Äthylalkohol, der das Polymere ausfällt, und in dem guten Lösungsmittel Benzol ergab nun bei gleicher Temperatur praktisch das gleiche Molekulargewicht, und ferner die Abnahme des Molekulargewichtes mit steigender Temperatur auch in Äthylalkohol. Folgende Zahlenwerte wurden aus je 2 Bestimmungen erhalten.

Temperatur	Äthylalkohol		Benzol	
140°	51600	—	54000	53600
170°	27400	30400	31900	29200
200°	23800	22600	21200	22400

Versuche, durch Fraktionieren nach G. V. Schultz die Verteilung der Kettenlängen festzustellen, ergaben ebenfalls keine deutlichen Unterschiede. — Die Lösungen wurden in kleinen, abgeschmolzenen Röhrchen durch 72stündiges Erhitzen polymerisiert. Die Molekulargewichte wurden aus der spezifischen Viskosität mit der Konstanten $K_m = 0{,}8 \cdot 10^{-4}$ errechnet.

Der Einfluß des Lösungsmittels auf die Polymerisation besteht nach G. V. Schultz[1]) in einem Eingriff nur in die Keimbildungsreaktion. Man kann auch bei einem Eingriff in den Kettenabbruch entweder nach Süss, Pilch und Rudorfer[1]) oder in anderer Weise zu einer befriedigenden Darstellung kommen. Die Fähigkeit oder Unfähigkeit, das Polymerisat zu lösen, hängt jedoch in keinem Fall mit dem Lösungsmitteleinfluß auf die Polymerisation zusammen.

Aachen, Institut für theoretische Hüttenkunde und physikalische Chemie der Technischen Hochschule, den 16. Mai 1941. E. Jenckel. S. Süss.

[1]) H. Süss, K. Pilch u. M. Rudorfer, Z. physik. Chem. A **179**, 361 (1937) — H. Süss u. A. Springer, Z. physik. Chem. A **181**, 81 (1937). — G. V. Schultz, A. Dinglinger u. E. Husemann, Z. physik. Chem. B **43**, 385 (1939).
[2]) E. Jenckel u. E. Braücker, Z. physik. Chem. A **185**, 465 (1940).

Besprechungen.

MASING, GEORG, **Grundlagen der Metallkunde in anschaulicher Darstellung.** V, 127 S. und 121 Abbild. 16 cm × 24 cm. Berlin: Julius Springer 1940. Preis: brosch. RM 8.70, geb. RM 9.60.

Die Hochzüchtung, welche die metallischen Werkstoffe seit etwa einem Menschenalter erfahren haben, hat in weiten Kreisen nicht nur der Technik und Naturwissenschaft, das Bedürfnis geweckt, sich über die Ursachen der Entwicklung und den Grund der außerordentlich feinen Anpassungsfähigkeit des Werkstoffes an den Gebrauchszweck Klarheit zu verschaffen. Darum wird man jedes Hilfsmittel begrüßen, welches

in zweckmäßiger und leichtfaßlicher Weise diesem Bedürfnis entgegenkommt, wie es bei dem MASING-schen Werkchen der Fall ist.

Es unterrichtet über den Aufbau kompakter Metalle und Legierungen aus Kristalliten, über deren Art und Wachstum, über die Methoden, sich von der Natur der Gefügebestandteile Kenntnis zu verschaffen wie von den Vorgängen, die beim Erhitzen und Abkühlen der Metallstücke in deren Innerem sich abspielen und eine Änderung der Eigenschaften herbeiführen können.

Die Beanspruchungsfähigkeit, von der die Verwendbarkeit der Werkstoffe in der Praxis abhängt, mit allen Erscheinungen, wie sie dem Beobachter mit der Steigerung der mechanischen Belastung entgegentreten von der rein elastischen über die bleibende Formänderung und die Verfestigung bis zum Bruch, wird ebenfalls anschaulich gemacht und das Verständnis geweckt für die molekularen Vorgänge, welche die äußeren Erscheinungen begleiten und u. a. mit Hilfe der Röntgenstrahlbeugungen verfolgt werden können.

Wir finden Ausführungen über Translationen und mechanische Zwillingsbildung wie über die Beziehungen zwischen der Dehnbarkeit und den Festigkeits- bzw. Härtewerten, soweit solche bis jetzt zu übersehen sind, ferner über Eigenspannungen, plastische Biegung und Spannungskorrosion einschließlich der Spannungsbeseitigung durch Erhitzen.

Die mit ihr parallel gehende Gefügeneubildung in Abhängigkeit vom Verformungsgrad, Glühtemperatur und Zeit, der Komplex der sog. Rekristallisationserscheinungen, ist klar dargestellt.

All diese Kapitel gewähren ein ziemlich vollständiges Bild über alle wesentlichen Fragen der mechanischen und der Wärmebehandlung des metallischen Werkstoffes.

Ein weiteres ist der chemischen Angreifbarkeit gewidmet, von der die Beständigkeit gegenüber den Einwirkungen der Atmosphäre und die Korrosionserscheinungen, die Vernichtung und Entwertung der Metalle abhängen. Die Frage des Oberflächenschutzes wird kurz berührt.

Den Schluß bilden einige Bemerkungen über kompliziertere, aus drei oder mehr Metallen bestehende Legierungen.

Für eine neue Auflage der kleinen Metallkunde würde es wünschenswert sein, einen kurzen Abschnitt über die elektrotechnisch wichtigen Eigenschaften der Mischkristallegierungen aufzunehmen. Auch ein kleiner Schönheitsfehler sprachlichen Charakters wäre zu beseitigen. Auf S. 85 heißt es:

> „Wenn man einen Zinnstab vorsichtig biegt ... hört man ein eigenartiges Knistern, das bekannte *Zinngeschrei*. Das ist weiter nichts als eine mechanische Zwillingsbildung bei der plastischen Verbiegung."

Nun, Zinngeschrei kann niemals eine Zwillingsbildung sein, sondern höchstens die akustische Folge einer Zwillingsumlagerung.

Weiter scheint mir die Darstellung der Beziehungen der Metallkunde zur Chemie ebenso wie die Definition der Chemie auf S. 1 nicht ganz glücklich zu sein. Die Sätze „Die Chemie ist die Lehre von den chemischen Elementen und ihren Verbindungen miteinander. Die Chemie operiert mit dem Atom des Elementes; was sie interessiert, ist das Molekül einer Verbindung, ihr Gebiet ist die Reaktion zwischen Molekülen, wie sie uns in der Reaktionsgleichung begegnet," fassen das Interessengebiet der Chemie doch gar zu eng; die Chemie beschränkt sich nicht auf die analytische und synthetische Seite der Lehre vom Stoffe, sondern ist Lehre vom Stoff schlechthin in ihrem ganzen Umfange. Ohne Zweifel ist die Metallkunde zu einem sehr großen Teile Chemie und physikalische Chemie.

Doch möchte ich ausdrücklich bemerken, daß diese kleinen Erinnerungen den Wert des Büchleins in keiner Weise beeinträchtigen. Es ist und bleibt eine gute Einführung in das Gebiet der Metallkunde.

RUD. SCHENCK.

KOPFERMANN, HANS, **Kernmomente.** (Physik und Chemie in Einzeldarstellungen. Bd. IV.) Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig 1940. XVI und 270 S. Mit 117 Abbild. 23 cm × 15,5 cm. Preis geb. RM 21.60, brosch. RM 19.60.

In den letzten Jahren konnte der Referent bei verschiedenen Vorträgen, die einen Gesamtüberblick über die Kernphysik geben wollten, feststellen, daß die Kernmomente und Quadrupolmomente, wenn überhaupt erwähnt, mit einem „bekanntlich" oder „wie aus der Hyperfeinstruktur sich ergibt" abgetan wurden. Der Grund für diese im Interesse des Fortschrittes der Kernphysik betrübliche Erscheinung ist darin zu suchen, daß es bisher keine zusammenfassende Darstellung der vorliegenden Resultate gab und daß kleine Anfänge solcher Darstellungen immer bald durch neue weitere Arbeiten unvollständig wurden. Jetzt nach der ersten Durchmusterung des vorliegenden Arbeitsgebietes, die noch besonders abgegrenzt ist durch das gegenwärtige Zeitgeschehen, ist von dem Verfasser ein sehr günstiger Augenblick für eine solche Zusammenstellung gewählt worden, zumal noch die *direkte* Bestimmung der magnetischen Momente durch RABI und Mitarbeiter soweit ausgebildet ist, daß eine abschließende Darstellung dieser sehr aussichtsreichen Methode gegeben werden konnte. Dabei ist vielleicht zu betonen, daß die experimentellen Daten der Hyperfeinstruktur für die magnetischen Kernmomente eine erheblich größere Genauigkeit besitzen, als die angenäherten theoretischen Formeln auszunutzen erlauben. Die direkte Bestimmung der Momente gibt nun ein Mittel in die Hand, die theoretischen Formeln zu prüfen.

Der Verfasser des vorliegenden Buches, selbst ein anerkannter Fachmann, hat mit großem Geschick und Fleiß die Materie dargestellt. Beim Studium des Buches wird einem einerseits immer wieder klar, wieviel Atomkernbegriffe diesem Arbeitsgebiet ihren Ursprung verdanken, andererseits muß man auch erkennen, welch eine Menge von Tatsachen zukünftigem Fortschritte noch die Wege weisen können.

So schlagen z. B. die großen gefundenen Quadrupolmomente eine Brücke zu der fundamentalen Entdeckung HAHNS und STRASSMANNS, während das Maximum der Werte der Quadrupolmomente bei den seltenen Erden und ihre Abnahme bei Hg und Bi Analogien mit Erscheinungen aus der Kinetik der Atomkernforschung erkennen lassen.

Es hieße der Sache nicht dienen, wollte man hier und da Kleinigkeiten beanstanden. Vielleicht sei nur eine Bemerkung angebracht. Es wäre zweckmäßig gewesen, wenn sich der Verfasser entschlossen hätte, ein Verzeichnis der gesamten Arbeiten zu bringen. Der Leser hätte sich dann darauf verlassen können, ohne bei anderen Autoren noch suchen zu müssen, wirklich kein Tatsachenmaterial übersehen zu haben.

Abschließend kann man nur Verfasser und Verlag zu dem vorliegenden Buch beglückwünschen. H. SCHÜLER.

BAWDEN, F. C., **Plant Viruses and Virus Diseases.** (A New Series of Plant Science Books. Edited by Frans Verdoorn, Vol. V.) Berlin: R. Friedländer u. Sohn. Leiden: Chronica Botanica Company 1939. X, 272 S. u. 37 Abbild. 16 cm × 24 cm. Preis RM 10.—, Gld 7.—.

Nach der Definition des Begriffes „Viruskrankhei-

ten" gibt Verf. einen Überblick über die historische Entwicklung des Virusproblems und seiner Bearbeitung. Ende des 19. Jahrhunderts hat PASTEUR wahrscheinlich als erster die Ansicht von der Existenz von „pathogens" ausgesprochen, deren Dimensionen im subvisiblen Bereich liegen. Um die Wende des 20. Jahrhunderts trat das Virusproblem sehr in den Vordergrund der Forschung. 1898 stellte BEIJERINK als erster die Behauptung auf, daß die Viren sich von Bakterien grundsätzlich auch in anderen Eigenschaften als nur der Größe unterscheiden. 1935 isolierte STANLEY, USA., als erster ein hochmolekulares Protein mit den Eigenschaften des Tabakmosaikvirus. Die Annahme, daß die Proteine die Viren selbst seien, verdichtete sich immer mehr, ist aber nach Ansicht einiger Autoren (z. B. HAAGEN) noch nicht bewiesen. Verf. gibt darauf einen Überblick über die äußeren Symptome der Viruskrankheiten, die gewisse Eigenschaften gemein haben, die sie von anderen Infektionskrankheiten unterscheiden: viruskranke Pflanzen gesunden selten, im Gegensatz zu den durch die Einwirkung von Toxinen erkrankten Pflanzen. Die Hauptmerkmale sind u. a. Verfärbung der Blätter und Verkümmerung des Blattwuchses. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Symptome von zwei verschiedenen Stämmen (strains) ein und desselben Virus stärker differieren können, als die von zwei nicht verwandten Viren. Aber dogmatische Feststellungen sind erst möglich nach Berücksichtigung der Umweltsverhältnisse, besonders von Licht- und Temperatureinflüssen. Bei den inneren Symptomen stellt Verf. besonders die Veränderung des normalen Gewebe- und Zellinhaltes und die intrazellularen Einschlüsse, die aber nicht bei allen Viren auftreten, in den Vordergrund. Ein besonderes Kapitel widmet er den 3 Übertragungsmethoden: Pfropfen, Beimpfung, Luft (airborne nach SMITH, 1937). Die meisten Virusarten werden durch Insekten übertragen, Samenübertragung ist sehr selten, der Grund dafür aber noch nicht bekannt (KAUSCHE, Biol. Zbl. 1940). Die Eigenschaften des Preßsaftes werden demonstriert an Hand seiner Beständigkeit gegen Hitze, Altern und seines Verhaltens gegen den Einfluß von Chemikalien. Filtrierbarkeit konnte durch die Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration und anderer Eigenschaften des Saftes verändert werden. Die Filtrationsendpunkte wurden zur Bestimmung der Dimensionen der Viren, besonders von SMITH und MACCLEMENT, 1938, herangezogen. Es wurden auf dieser Basis Filtrationsendpunkte von 40 und 45 mμ für das Tomato bushy Stunt und Tobaco necrosis Virus gemessen. Die Beziehung zwischen den Viren und den Insektenüberträgern sind wenig untersucht. Experimente sprechen für eine Inkubationszeit, deren Grund aber nicht ersichtlich ist. Höchstwahrscheinlich vermehren die Viren sich auch in den Insekten, auf jeden Fall verbreitet sich das Virus, das durch Insekten übertragen wird, schneller als das durch andere Methoden übertragene. Es gibt auch Viren, die keine Inkubationszeit im Vektor haben, sondern sofort weiterübertragen werden. *Wie* der Mechanismus der Übertragung ist, darüber hat sich noch nichts feststellen lassen. Verf. erörtert dann weiter einen prinzipiellen Unterschied zwischen phytopathogenen und tierpathogenen Viruskrankheiten: Tiere haben einen „Abwehr"mechanismus, der sog. „antibodies" erzeugt, Pflanzen dagegen nicht. *Trotzdem können sie immun (resistent) werden.* Wenn sich ein Virus verändert — man spricht dann von „Stämmen" —, verändern sich auch die Symptome. Der Ursprung der einzelnen Stämme liegt in *einer* Wurzel. So können z. B. die typischen Symptome einer Viruskrankheit durch äußere Umstände vollständig verändert werden. Es besteht kein Grund, daran zu zweifeln, daß die Nukleoproteine die Viren selbst sind, und es scheint, daß, wenn ein Virus mutiert, ein neues Protein geformt wird. Alle Versuche betreffs einer erlangten oder zu erlangenden Immunität weisen darauf hin, daß der Schutz der Pflanze nicht darin besteht, daß sie in den Stand gesetzt werden kann, ein Eindringen des Virus zu verhindern, sondern nur dessen Vermehrung innerhalb ihres Organismus. Diese erworbene Immunität ist aber grundverschieden von der bei Tieren; denn kein Tier leidet an einer Krankheit, die es immun gegen eine andere macht. Die Anwendungsmöglichkeit serologischer Methoden als Mittel zur Feststellung und Identifizierung des Virus bewies PURDY BEALE 1928 und 1931 durch den Nachweis, daß viruskranke Pflanzen „antigens" enthalten. Aber über die Natur der „antigens" weiß man noch nichts. Höchstwahrscheinlich sind die spezifischen „antigens" die Viren selbst. Eine Herabsetzung der Infektiosität ist somit durch Antisera möglich.

Die Reindarstellung von Viren gelang zuerst STANLEY 1935. Die reinen Viruspräparate haben einen verschiedenen Aktivitätsgrad, und zwar scheint der kleine Bestandteil an Kohlehydraten ein wesentlicher Bestandteil für die Aktivität des Virus zu sein. Über Größe der Viren ist viel gearbeitet worden. KAUSCHE, PFANKUCH und RUSKA haben mit der Methode des elektronenoptischen Übermikroskops eine Länge von 150 und 300 mμ und eine Breite von 15 mμ gemessen. Diese Größen können als endgültige angesehen werden, da sie von den genannten Verff. auf ganz anderer Basis mit neuen Methoden experimentell gesichert werden konnten.

Verf. führt also die neuesten Fortschritte und Ergebnisse an, die über das Virusproblem erlangt worden sind, stellt sie gegeneinander bzw. wägt sie gegeneinander ab. Er bringt im Überblick sowohl die einzelnen Versuche, die auf den verschiedenen Wegen unternommen worden sind, um das Wesen und die Eigenschaften der Viren zu klären, als auch die Schlüsse, die man daraus ableiten kann. Einer eigenen kritischen Stellungnahme enthält sich der Verf. in den meisten Fällen.

Das Hauptverdienst des Buches liegt darin, daß sich der Leser an Hand einer übersichtlichen Einteilung über den Stand der ihn interessierenden Fragen schnellstens unterrichten kann, wenn er auch, um einen genaueren Einblick zu erlangen, die betreffende Literatur heranziehen muß.

In Kapitel 14 schlägt Verf. sowohl bei dem theoretischen wie beim praktischen Studium eine Einteilung auf Grund der inneren Eigenschaften des Virus vor. Es scheint ihm, daß die beste Einordnung die an Hand der serologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften der Viren ist. Bevor diese Eigenschaften im einzelnen aber durchgearbeitet und erforscht sind, könnte eine vorläufige Anordnung getroffen werden, die die Gleichheit in bezug auf Stabilität, Übertragungsart und immunologische Eigenschaften der Viren im rohen Preßsaft oder in kranken Pflanzen zur Grundlage nimmt. Verf. schließt mit der Feststellung, daß die Wissenschaft noch sehr im Dunkeln tastet bezüglich der Fragen der Aktivität der Viren *in vivo*, obgleich sich das Wissen um die Natur der Viren und ihrer Eigenschaften *in vitro* in letzter Zeit erheblich vergrößert hat. Bevor diese Probleme gelöst sind, ist eine Antwort auf die Fragen: belebt oder unbelebt, wie entstehen die Viren, wie vermehren sie sich? — um nur einige der wichtigsten zu nennen — nicht möglich.

G. A. KAUSCHE, Berlin-Dahlem.

Rassen und Kulturen Afrikas.

Die geographische und völkerkundliche Erforschung Afrikas hat in den letzten Jahrzehnten so schnelle Fortschritte gemacht, daß der „dunkle Erdteil", von dem vor 100 Jahren wenig mehr als die Umrisse bekannt waren, heute zu den ethnologisch am besten untersuchten Gebieten der Erde gehört. Das ständig anwachsende Beobachtungsmaterial erlaubt eine immer genauere Erfassung der einzelnen Volks- und Stammeskulturen und ein tieferes Eindringen in das uns so wesensfremde Leben und Denken der Eingeborenen. Wir besitzen damit ein abgerundetes Bild der heutigen afrikanischen Kulturen, ein Bild, dem es allerdings noch an der geschichtlichen Tiefe fehlt. Von dem langen Entwicklungsweg der afrikanischen Völker ist erst der letzte, die europäische Kolonialepoche umfassende Abschnitt bekannt; weiter zurück führen nur noch einzelne Traditionen und Stammesüberlieferungen, die sich schon bald in mythischer Ferne verlieren. Erst mit dem Einsetzen vorgeschichtlicher Untersuchungen und dem Aufkommen der historischen Richtung in der Völkerkunde wurde die Frage nach dem geschichtlichen Werden, nach der rassischen und geographischen Bedingtheit der rezenten Kulturen in den Mittelpunkt der Forschungsarbeit gestellt und damit zugleich die methodische Voraussetzung für eine umfassende Kulturgeschichte Afrikas geschaffen. Diese geschichtliche Betrachtungsweise wurde bereits am Ende des vorigen Jahrhunderts durch SCHURTZ, RATZEL und FROBENIUS in die Afrikanistik eingeführt. Aber erst ANKERMANN gelang es, festumrissene „Kulturkreise" herauszuschälen und in ihrer relativen Zeitfolge festzulegen, eine wertvolle, wenn auch in manchem überholte Arbeitsgrundlage, auf der im besonderen die Wiener kulturgeschichtliche Schule (P. W. SCHMIDT, KOPPERS, MENGHIN, SCHEBESTA u. a.) weitergebaut hat. Es bleibt ihr Verdienst, die Erforschung der Pygmäen und Viehzüchter, der rhodesisch-sudanischen Hochkulturvölker sowie der afrikanischen Vorzeit vorangetrieben zu haben, wenn auch einzelne methodische Schwächen — so die übereilte Verknüpfung afrikanischer Kulturkreise mit denen anderer Erdteile — berechtigte Kritik hervorgerufen haben. Zur gleichen Zeit gelang es FROBENIUS, der auf seinen zahlreichen Expeditionen wertvollstes Material zusammentrug, verschiedene andere Kulturkreise näher zu umreißen. Aus der gestaltlosen Fülle des Beobachtungsmaterials beginnen sich damit die Konturen historisch zusammengehöriger Kulturschichten und -gruppen abzuzeichnen.

Bedeutende Hilfe leistet dabei die Vorgeschichtsforschung, die bereits beachtenswerte Ergebnisse gezeitigt hat, so den Fund des Homo Rhodesiensis in Broken Hill oder die Entdeckung eines Menschen der Pithecanthropusstufe in Ostafrika durch KOHL-LARSEN. MENGHIN gelang es außerdem, die prähistorischen Funde Afrikas mit den steinzeitlichen Kulturen anderer Erdteile in Verbindung zu bringen und damit weitreichende rassische und geschichtliche Zusammenhänge aufzudecken. Die afrikanische Rassenforschung, die seit der Veröffentlichung der v. EICKSTEDTschen „Rassenkunde und Rassengeschichte der Menschheit" (Stuttgart 1934) über eine wertvolle, wenn auch erst vorläufige Arbeitsgrundlage verfügt, ist dagegen über Ansätze zu einer Klärung der anthropologischen Verhältnisse nicht hinausgekommen.

Die schnellen Fortschritte der Afrikanistik legten es nahe, den gegenwärtigen Stand unseres Wissens in einer umfassenden Zusammenschau darzustellen, eine äußerst schwierige Aufgabe, die HERMANN BAUMANN in seinem richtungsweisenden Beitrag zur „Völkerkunde von Afrika"[1]) hervorragend gemeistert hat. Er formuliert dabei eine Reihe von Kulturkreisen, die über alle gleichartigen Versuche hinausführen und über die daher im folgenden berichtet werden soll.

Ein besonders urtümliches Volks- und Rassenelement bilden die zahlreichen *Pygmäen*horden, die in den Urwaldgebieten Kameruns und des nördlichen Kongo umherschweifen. Kleinwüchsigkeit, Neigung zur Breitschädligkeit, dicke, fleischige Nase, krauses, dunkles Haar, starker Bartwuchs und dichte Körperbehaarung kennzeichnen diese Menschengruppe, die — entgegen früheren Anschauungen — keine Degenerationserscheinung darstellt. Die Wirtschaftsform dieser Zwerge ist ein ausgesprochenes Wildbeutertum; der Mann jagt, die Frau sammelt. Infolge der nomadischen Lebensweise ist der materielle Kulturbesitz äußerst gering und auf das Lebensnotwendigste beschränkt. Als Kleidung dienen Rindenstoffschurze und Fellgürtel, als Wohnstatt einfache Windschirme, die Hauptwaffe ist der Bogen. Für Erzeugnisse bildender Kunst, Musikinstrumente oder Schmuck bleibt in dieser Kultur nur wenig Raum. Die Werkstoffe, aus denen man das spärliche Gebrauchsgerät herstellt, werden dem Wald entnommen. Töpferei und Metalltechniken sind völlig unbekannt, und auch eine Steinzeit läßt sich noch nicht nachweisen — ein wesentlicher Unterschied zur Buschmannkultur. Das soziale Leben der Urwaldzwerge ist außerordentlich spannungsarm; das gilt sowohl für die Beziehungen der Horden untereinander — Kriege sind so gut wie unbekannt — wie auch für das recht harmonische Familienleben und die patriarchalischen Verhältnisse innerhalb der einzelnen Sippen. Die Religion wird durch den Glauben an einen väterlichen Hochgott bestimmt, eine Tatsache, die P. W. SCHMIDT als Beleg für den von ihm angenommenen Urmonotheismus der ältesten Menschheitskulturen angeführt hat. Allerdings wird das religiöse Leben nicht allein von dieser Hochgottverehrung beherrscht; wie SCHEBESTA nachweisen konnte, spielt daneben auch der Zauberglaube eine bedeutsame Rolle. In der Mythologie der Pygmäen finden sich schließlich Anklänge an die mythischen Vorstellungen der Buschmänner, eine Tatsache, die auf gegenseitige Beeinflussung schließen läßt.

Diese Buschmänner repräsentieren einen anderen, ebenfalls sehr urtümlichen Kulturkreis, die *eurafrikanische Steppenjägerkultur*. Ihren Lebensraum bilden die weiten Salz- und Trockensteppen, die sich von der Sahara und dem Nordsudan über die Trockengebiete Ostafrikas bis zur Kalahari und der Wüste Namib in Deutsch-Südwestafrika erstrecken. In diesem gewaltigen Raum, über den so viele Völkerwanderungen hinweggeflutet sind, finden sich nur noch wenige versprengte Trümmer der einst kontinental verbreiteten Jägerkultur. Ihre reinsten noch lebenden Vertreter sind

[1]) Völkerkunde von Afrika. Mit besonderer Berücksichtigung der kolonialen Aufgabe. Von HERMANN BAUMANN, RICHARD THURNWALD und DIEDRICH WESTERMANN. Essen: Essener Verlagsanstalt 1940. VIII, 665 S., 461 Fig., 23 Kt. Preis: brosch. RM 15.—, geb. RM 20.—.

die Buschmänner, ein Volk khoisanider[1]) Rasse, das in die entlegenen Wüsten und Halbwüsten Südwestafrikas abgedrängt worden ist. Ein stark steppenjägerisches Element findet sich auch bei den Sandawe, Ndorobo und Kindiga in Deutsch-Ost, von denen letztere sogar khoisanide Rassenmerkmale aufweisen. Weitere Jägergruppen sind über große Teile Afrikas zerstreut, sie finden sich zumeist in Gebieten, in denen sich auch bei den übrigen, dominanten Kulturen steppenjägerische Substrate nachweisen lassen. In vorgeschichtlicher Zeit dürfte die Jägerkultur eine weit bedeutsamere Rolle gespielt haben. So gehören die WILTON- und SMITHFIELD-Kultur in Südafrika, die Elmenteitakultur in Kenya, das Capsien Nordafrikas und vielleicht auch die ostspanischen Felsbilder in diesen Zusammenhang. In der Pluvialzeit dürfte vor allem die Sahara ein Jägerparadies und damit ein Kerngebiet der Steppenjägerkultur gewesen sein. Diese „Urbuschmänner" bildeten, wie ihre noch lebenden Nachfahren, eine hellhäutigere, von den Negern deutlich geschiedene Rasse, ein Unterschied, der sich auch in den Blutgruppenverhältnissen äußert: Bei den Buschmännern entfallen 56,1% auf die Blutgruppe O und 29,6% auf die Blutgruppe A, wogegen die bei den Negern häufige Gruppe B völlig zurücktritt. Bemerkenswerterweise findet sich ein ähnliches Vorherrschen der Blutgruppen AO auch bei den Lappen und Australiern, von denen letztere zahlreiche kulturelle Übereinstimmungen mit den Buschmännern aufweisen.

Für diese eurafrikanische Jägerkultur sind eine Reihe von Jagdriten und -methoden besonders kennzeichnend, so „die Jagdmaske, das Vergiften der Wasserplätze, Wurfstöcke, die Tellertrittfalle, Einstecken von vergifteten Pfeilen im Straußennest, das Verletzen der Achillesferse, das Zu-Tode-Hetzen der Gazelle im Lauf". Auch das religiöse Denken der Buschmänner kreist um den wichtigsten Nahrungsspender, das Tier. So finden sich bei ihnen totemistische Gedankengänge, jener eigenartige Glaube an die innige, verwandtschaftliche Verbindung von Tier- und Menschenwelt, der so ganz der Jägermentalität entspricht. Auch die zahlreichen magisch-zauberischen Handlungen sollen das Jagdglück beeinflussen oder die Fruchtbarkeit des Wildes fördern. Die Jagd steht endlich auch im Mittelpunkt der Sippenerziehung. So wird die Jugend im Zusammenhang mit den Initiationszeremonien, bei denen Jagd- und Buschdämonen eine Hauptrolle spielen, in die Geheimnisse der Jägerei eingeführt und zum Abschluß der „heiligen Jagdimpfung" mit Teilen des Wildes unterworfen.

Über den ostafrikanischen Steppengürtel, die große afrikanische Wanderstraße, drang auch eine weit jüngere Völkergruppe, die *osthamitischen* Großviehzüchter, in kühnen Eroberungszügen nach Süden, bis in die Region des Kaps und die Weidegebiete von Deutsch-Südwest. Die Angehörigen dieses Kulturkreises, der sich im Osthorn und im nördlichen Ostafrika am reinsten erhalten hat, bilden eine rassische Einheit, die äthiopische Rasse, wie sie v. EICKSTEDT genannt hat. Schlanker Hochwuchs, grazile Körperformen, langer Schädel und schmales Gesicht sind die hervorstechendsten Merkmale dieser kriegerisch-aristokratischen Bewegungsrasse, die nur geringe negride Beimischungen aufzuweisen hat. Das „Leitfossil" dieser Kultur ist die Großviehzucht, die nicht allein die Wirtschaft, sondern auch das soziale und geistige Leben beherrscht. Das wichtigste Zuchttier und zugleich der wertvollste Besitz der Hamiten ist das Langhornrind, dessen Wartung als besonders ehrenvolle Arbeit dem Manne vorbehalten bleibt. Mit der Rinderzucht verbinden sich zahlreiche Sitten und Vorstellungen, die für den hamitischen Kulturkreis charakteristisch sind, so der Glaube an einen gemeinsamen Ursprung von Rind und Mensch, das Begraben der Häuptlinge in einer Rinderhaut, die Wahl eines „heiligen" Stieres und vieles andere. Das Rind ist zudem ein so kostbarer, Reichtum und Macht verkörpernder Besitz, daß man es nur in seltenen Ausnahmefällen, bei Feiern und Kulthandlungen, schlachtet. Der übrige Kulturbesitz der Viehzüchter ist dagegen äußerst beschränkt; Ledermäntel und -schürzen bilden die Kleidung, kleine Bienenkorbhütten die bescheidene Wohnstatt. Auffallend gering ist auch die musische Begabung der Hirtenkrieger, deren Sinn mehr auf das sieghafte Durchdringen weiter Räume und die Organisierung unterworfener „Menschenherden" gerichtet ist.

Neben diesen drei Kulturkreisen, deren Träger von den Negern deutlich geschieden sind, stehen die eigentlich nigritischen Kulturen, bei denen BAUMANN zwei Hauptgruppen unterscheidet: die mutterrechtliche Mittelbantukultur — mit einer Untergruppe der „Urwaldkultur" — und die vaterrechtliche altnigritische Kultur. Diese Nigritier stellen die Hauptmasse der Afrikaner, Völker, die das rassische und ethnische Bild des Erdteils ganz anders beeinflußt haben als die kleinen Pygmäen- und Jägerhorden — lebende „Fossilien" vergangener Menschheitsepochen — oder die dünne Adelsschicht der Hamiten. Sie sind dabei nicht allein die zahlreichste und am weitesten verbreitete, sondern auch die kolonialpolitisch bedeutsamste Menschengruppe Afrikas. Die *Mutterrechtskultur*, die sich vorerst noch mit keiner bestimmten Rasse in Verbindung bringen läßt, beherrscht einen geschlossenen Raum, der sich von Angola und dem südlichen Kongo bis zum unteren Sambesi erstreckt — Savannengebiete, in denen die Bantupflanzer Regenzeitfeldbau (Hackbau) betreiben. Diese bodengebundene Wirtschaftsform, die Seßhaftigkeit und stabilere Lebensverhältnisse bedingt, hat zu einer Anreicherung der materiellen Kultur und zu einer üppigen Entfaltung der handwerklichen und künstlerischen Fähigkeiten geführt. Auch das Mutterrecht und die mit Fruchtbarkeitsideen zusammenhängende Höherbewertung der Frau hat in dieser Richtung gewirkt. So treffen wir hier eine entwickelte, stark sexuell betonte Plastik an, bei der die Frau, die Verkörperung der lebenspendenden Kräfte, als bevorzugtes, immer wieder von neuem abgewandeltes Motiv dient. Die religiöse Sphäre, die bei den phantasiebegabten Bantu eine große Rolle spielt, wird durch Dämonenglauben, Animismus, Besessenheitskulte, durch die Verehrung von Regengöttern und einer noch in Spuren nachweisbaren weiblichen Erdgottheit beherrscht. Von großer Bedeutung sind die Reifezeremonien, denen vor allem auch die Mädchen unterworfen werden.

Die Regenwälder des Kongo und der westafrikanischen Küste bilden den Lebensraum der *„Urwaldkultur"*, deren Charakter durch den Wald und die Berührung mit den Nachbarstämmen — Pygmäen und Sudanvölkern — geformt worden ist. Auch in dem Rassebild der hierher gehörigen palänegriden oder „Urwaldrasse", wie sie BAUMANN vorsichtiger nennt, machen sich Pygmäeneinflüsse bemerkbar: geringe Körpergröße, Rundschädligkeit, Neigung zur Prognathie und starke Körperbehaarung weisen in diese Richtung. Das Leben dieser Urwaldstämme ist ganz

[1]) Die charakteristischen Vertreter dieser „khoisaniden" Rasse sind die Hottentotten (Khoi-Khoin) und die Buschmänner (San) in Deutsch-Südwest.

der Natur der Hyläa angepaßt. So überwiegt eine extensive Bodennutzung, die sich vielfach auf das Setzen der Bananenschößlinge und das tägliche Einernten beschränkt, eine Art von Feldbeutertum, das eine Mittelstufe zwischen der rein aneignenden Wirtschaft der Pygmäen und dem systematischen Bodenbau der Mittelbantu darstellt. Auch die politischen Verhältnisse spiegeln die Enge und Abgeschlossenheit des Waldes, die jeder umfassenden Gemeinschaftsbildung im Wege steht. Vaterrechtlich organisierte Sippen und patriarchalisch geleitete Dorfgemeinschaften sind die größten sozialen Einheiten, ein krasser Gegensatz zu dem in weiten Räumen denkenden Hamitentum der Steppe.

Neben diesen beiden jüngeren Kulturen, die ANKERMANN noch für eine Einheit, die „westafrikanische Kultur", gehalten hatte, steht das *Altnigritiertum*, ein Kulturkreis von großer innerer Geschlossenheit, der die zahlreichen Splitterstämme des Sudan, das obere Nilgebiet und Teile Ostafrikas umfaßt. Diese alte Negerkultur, deren ursprüngliche Träger die Alt- oder Urneger gewesen sein dürften, hat in der Kulturgeschichte Afrikas eine höchst bedeutsame Rolle gespielt, nicht zuletzt infolge der Lebenskraft, die der altnigritisch-vaterrechtlichen Großfamilie innewohnt. Vor allem das Zusammenleben der männlichen Familienangehörigen in großen Sippschaftsgehöften stärkt das Gemeinschaftsgefühl, das sich auch in der für die Religion der Altnigritier so überaus charakteristischen Ahnenverehrung äußert.

Im Gegensatz zu den Stämmen der Urwaldkultur betreiben die Altnigritier einen sehr intensiven Bodenbau, bei dem die Hauptarbeit vom Manne geleistet wird. Die wichtigste Anbaufrucht ist Hirse, die mit Hilfe von Grabstöcken gepflanzt und nach der Ernte in Vorratsspeichern gesammelt wird. Die Tierhaltung spielt dagegen keine bedeutende Rolle, sie beschränkt sich auf das charakteristische Tier der Pflanzerkultur, die Ziege. Die pflanzerische Mentalität der Nigritier äußert sich schließlich auch in der Religion, die von einem ausgeprägten Kult der Erde und zauberischen, die Fruchtbarkeit fördernden Praktiken beherrscht wird.

In dieser tiefkulturellen Sphäre finden sich zahlreiche Elemente, die zu einer frühen Phase der Herrenhochkultur überleiten. Das gilt im besonderen vom Sudan, wo die *neu-* oder *jungsudanische* Kultur eine derartige Hochkultur repräsentiert. Die vorwärtstreibenden Impulse entstammen vor allem dem staatlichen Bereich, so daß die neusudanische Kultur in dem Einflußgebiet der vorislamischen Reichsbildungen — Ghana, Melle und Songhai im Westen, Abessinien im Osten — am stärksten zu spüren ist. Es ist aber noch nicht im einzelnen festzustellen, inwieweit diese Entwicklung durch innere Anreicherung einheimischer Kulturen oder durch altorientalische, indische oder ägyptische Fremdeinflüsse ausgelöst worden ist. Auch die völkischen Träger lassen sich nicht genau bestimmen, doch scheint es sich bei der Herrenschicht um vorwiegend mediterrane und äthiopische Gruppen zu handeln. Das entscheidend Neue ist die völlige Wandlung der politischen Verhältnisse: An die Stelle der demokratischen, von den Ältesten regierten Dorfgemeinde tritt der mächtige Großstaat, in dem der absolute Gottkönig mit Hilfe eines ausgedehnten Beamtenapparates regiert. Dieses monarchische System hat mit seinem gesteigerten höfischen Luxusbedarf auf vielen Gebieten befruchtend gewirkt. So begegnen wir hier einer kunstgewerblichen Verfeinerung der Kleidung, einer Blüte der Goldschmiedetechnik, der Schmuck- und Waffenherstellung. Auch auf dem Gebiet des Feldbaues scheint die neusudanische Kultur wesentliche Verbesserungen gebracht zu haben, so die Mistdüngung und die Einführung der künstlichen Bewässerung.

Der sudanischen Hochkultur im Norden entspricht die *rhodesische* Kultur im Süden, eine frühe Herrenkultur, die von ihrem rhodesischen Kerngebiet bis nach Uganda und dem unteren Kongo ausgestrahlt ist. Wie im Sudan hat hier eine völkische und rassische Überschichtung stattgefunden: Über die breite Masse der Altnigritier und der mutterrechtlichen Bantupflanzer lagert sich eine dünne orientalische Herrenschicht, die anscheinend von Sofala an der Ostküste in das Innere vorgedrungen ist. Ihren deutlichsten Ausdruck fand die rhodesische Kultur in dem großen Monomotapareich, das in dem Gebiet der ehrwürdigen Ruinen von Simbabwe errichtet wurde. Wie im Sudan ist die Hochkultur auch hier an die Großstaatbildungen gebunden: das absolute Königtum, die bedeutende Stellung der Königin und der Königinmutter, ein ausgedehnter Hofstaat, Wallfahrten zu den Herrschergräbern, heilige Staatsfeuer und eine ausgeprägte Lunarmythologie sind einige ihrer hervorstechendsten Merkmale. Auch auf handwerklich-kunstgewerblichem Gebiet hat das Herrentum fördernd und anregend gewirkt; die Baumwollweberei, der Goldbergbau, die entwickelte Metalltechnik und vieles andere sind dafür beredte Zeugen.

Weisen die geistigen Wurzeln der rhodesischen und jungsudanischen Kultur auf Indien und den vorderen Orient, so stammt eine andere, vor allem im Sudan wirksame Kulturwelle aus der vorindogermanischen Mittelmeerwelt. Ihr Vermittler waren die Berber, die diese „syrtische" Kultur, wie sie FROBENIUS nennt, über die Sahara nach Süden weitergeleitet haben. Mit ihnen drang auch das altmittelmeerische Mutterrecht nach Zentralafrika, wo es sich trotz des Islam noch an verschiedenen Stellen gehalten hat. Ein ähnlich hochkulturelles Element ist auch die Magna-mater-Idee, die ebenso wie die sudanische Stadtkultur und zahlreiche technische und kunstgewerbliche Errungenschaften auf den altmediterranen Kulturkreis zurückgehen.

Auf diese berberische Kulturwelle folgten im letzten Jahrtausend das Arabertum und der Islam, die weite Gebiete Nord- und Ostafrikas ethnisch umgestaltet haben.

In jüngster Zeit hat die moderne europäische Maschinenkultur auch in Afrika eine Zeitwende herbeigeführt. Mit ihrer Auswirkung auf das afrikanische Leben befassen sich die beiden letzten Hauptteile des großen Werkes. In dem Kapitel „Die fremden Eingriffe in das Leben der Afrikaner und ihre Folgen" gibt THURNWALD einen Überblick über die Geschichte der Kolonisation und den Verlauf des Kulturwandels. WESTERMANN untersucht dagegen in seinem hervorragenden Beitrag „Sprache und Erziehung" die volkserzieherischen Ziele der einzelnen Kolonialmächte, wobei er vor allem die gegenwärtige pädagogische Situation herausarbeitet. GEORG ECKERT.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÖPPERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Soeben erschien:

Technische Strömungslehre

Von

Dr.-Ing. **Bruno Eck**

Köln

Mit 278 Abbildungen. VIII, 252 Seiten. 1941

RM 12.—; gebunden RM 13.50

Inhaltsübersicht:

I. Hydrostatik. Der statische Druck. Messung des Druckes. Gleichgewicht der Atmosphäre. — **II. Bewegungslehre.** Vergleich mit der Bewegung fester Körper. Allgemeine Bewegungsgleichungen. Kräfte senkrecht zur Strömungsrichtung. Übergang von einer Stromlinie zur Gesamtströmung. Drehungsfreie Kreisbewegung. Mittlere Drehung eines kleinen Teilchens. Zirkulation. Das Potential. Energiebetrachtung. Weitere Betrachtungen über Wirbelbewegungen. Dicke des Wirbelkernes. Stellen der größten und kleinsten Geschwindigkeiten. Quellen und Senken. Graphische Konstruktion von Strömungsbildern. Genauere Verfahren. Besonderheiten der rotationssymmetrischen Strömung. Genauere mathematische Betrachtung. Konstruktion von Strömungsbildern mit Hilfe der Stromfunktion. Experimentelle Darstellung der reibungsfreien Strömung. Impulssatz. Reibungsfreie Strömung in offenen Rinnen. — **III. Einfluß der Reibung bei ablösungsfreien Strömungen.** Innere Reibung infolge Zähigkeit. Ähnlichkeitsgesetz. Bewegungsgleichungen mit Reibungsglied. Strömungsformen. Strömungswiderstand in Rohren. Eingehendere Betrachtung der Turbulenz. Begriff der hydraulischen Glätte. Besondere Angaben für gewalzte Stahlrohre. Druckverlust in geschichteten Stoffen. Besondere Bemerkungen. Rohrreibungswiderstand bei pulsierender Durchflußströmung. Aufwertung. Anlaufstrecke. Strömung in geraden Rohren nicht kreisförmigen Querschnittes. Rohrreibung bei Expansion der Gase im Rohr. Vermischung eines freien Strahles. Oberflächenwiderstand. — **IV. Das Ablösungsproblem.** Allgemeines. Ablösung an scharfen Kanten. Ablösung in divergenten Kanälen (Diffusoren). Ablösung in rotierenden Kanälen. Dimensionslose Erfassung des Widerstandes. Kugelströmung. Krümmer. Ablösung in Düsen. Trennung und Vereinigung von Rohrverzweigungen. Ventile und Absperrmittel. Strömungsverluste infolge scharfer Kanten; Kontraktion usw. Unstetige Querschnittserweiterung. Unstetige Rohrverengung. Formwiderstand, Oberflächenwiderstand. Bewegung im Totwasserraum. Druckverteilung bei Kugeln und Zylindern. Beeinflussung des Widerstandes durch die Ausbildung der Vorderkante. Führt sehr starke Verzögerung immer zur Ablösung? Widerstand von Luftschiffkörpern. Widerstand von Fahrzeugen. Schwebende Körper. Zusammenstellung von Widerstandsziffern. Die Hauptgesetze der Ablösung (Zusammenstellung). — **V. Der Tragflügel.** Allgemeines. Das Polardiagramm. Entstehung der Auftriebskraft. Der unendlich lange Flügel. Druckpunkt. Der endlich lange Flügel. Bestätigung der Tragflügeltheorie durch den Versuch. Einfluß der Umrißform des Flügels. Polare des ganzen Flugzeuges. Mittel zur Auftriebserhöhung eines Tragflügels. Druckverteilung am Tragflügel. Versuchswerte. Abreißen der Strömung, Kennzahl, Turbulenzeinflüsse. — **VI. Hilfsmittel zur Vermeidung der Ablösung.** Grenzschichtabsaugung. Mitbewegte Wand. Ausblasen von Druckluft. Leitschaufeln. — **VII. Kavitation.** Allgemeines. Praktische Auswirkungen. Physikalische Ergänzungen. Erosion durch Tropfenschlag. — **VIII. Gasdynamik.** Physikalische Ableitung der Schallgeschwindigkeit. Technische Ableitung der Schallgeschwindigkeit. Der Machsche Winkel. Allgemeine thermodynamische Beziehungen. Konstruktion ebener Strömungsbilder bei Überschallgeschwindigkeit. Der Verdichtungsstoß. Lavaldüsen. Einfluß der Kompressibilität bei Unterschallströmungen. Tragflügeleigenschaften bei Überschallströmungen. — **IX. Strömungstechnische Messungen.** Druckmeßgeräte. Messung von Druck und Geschwindigkeit in offener Strömung. Feststellung der Strömungsrichtung mit Staugeräten. Messung mit Düsen, Blenden und Venturirohren. Gefäßmessungen. Überfallmessungen. Direkt anzeigende Durchflußmesser. Im Flüssigkeitsstrom sich drehende Meßgeräte. — Literaturverzeichnis. — Namen- und Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Soeben erschien:

Geschichte der organischen Chemie seit 1880

Zweiter Band

zu C. Graebe, Geschichte der organischen Chemie

Von

Paul Walden

XIV, 946 Seiten. 1941. RM 63.—; gebunden in Halbleder RM 69.60

Inhaltsübersicht:

Erster Abschnitt: **Allgemeine Charakteristik der organischen Chemie im Zeitraum seit 1880 (bis 1940).** Neuorientierung der Ziele und Neudimensionierung der Objekte. Mikrochemie und makromolekulare Chemie. Das Künstlerische in der synthetischen Chemie. Die großen wissenschaftlichen Pioniere der modernen organischen Chemie. Bahnbrecher der deutschen technischen Chemie. Statistisches aus dem chemischen Schrifttum. Organisation der Chemiker. Sondermaßnahmen zur Förderung der Chemie in Deutschland. Wachstumserscheinungen der organischen synthetisierten Verbindungen. Wesen und Wandlungen der Synthese von organischen Naturstoffen. — Zweiter Abschnitt: **Physikalische Chemie und organische Chemie.** I. Molekulargewicht. II. Physikalische Chemie und chemische Konstitutionsforschung. — Dritter Abschnitt: **Hilfsstoffe der organischen Synthese.** I. Eigentliche Hilfsstoffe. II. Vom alten „Ferment" zum modernen Katalysator. III. Autoxydationen. — Vierter Abschnitt: **Zur chemischen Typologie der organischen Verbindungen.** I. Molekülverbindungen, Lösungsmittelgemische. II. Oniumverbindungen: Jodoniumverbindungen; Oxoniumverbindungen; Carboniumverbindungen. III. Kohlenstoffketten und Kohlenstoffringe. IV. Lagerung der Atome im Raume (Stereochemie). V. Stickstoffchemie, Ringbildungen, Stereochemie. VI. Optische Umkehrerscheinungen („Waldensche Umkehrung"). Der sterische Verlauf der Substitutionsvorgänge. VII. Tautomerieerscheinungen, Einfluß der Lösungsmittel. VIII. Polymerieerscheinungen und makromolekulare Chemie. IX. Freie Radikale. — Fünfter Abschnitt: **Chemische Erforschung organischer Naturstoffe.** I. Alkaloide vom Pyridintypus Coniin u. ä. II. Stickstofffreie Giftstoffe. III. Zuckergruppe. IV. Ätherische Öle: Terpene und Campher. V. Proteine, Polypeptide. VI. Enzymchemie. VII. Hochmolekulare Kohlenhydrate. VIII. Natürliche Flavon- und Flavonolfarbstoffe. Anthocyane, Anthocyanidine, Catechine. IX. Blut- und Blattfarbstoffe. X. Carotin-Farbstoffe bzw. Carotinoid-Farbstoffe. Polyen-Farbstoffe. XI. Wirkstoffe: Hormonchemie. XII. Vitamine. — Sechster Abschnitt: **Künstliche Farbstoffe, Naturstoffe und Chemotherapeutika.** I. Struktur der Triphenylmethanfarbstoffe. II. Ölhydrierung (Fetthärtung, Tetralin u. a.), Erdöl- und Fettsäuresynthesen. III. Isopren und Kautschuk. IV. Chemotherapeutika. — Siebenter Abschnitt: **Synthesen unter physiologischen Bedingungen.** — Schlußwort. — **Namenverzeichnis.**

Das Werk will entwicklungsgeschichtlich den Zustand der gegenwärtigen organischen Chemie darstellen, indem es den Werdegang der in neuerer Zeit, etwa seit 1880 entstandenen wissenschaftlichen Probleme von ihrem Ursprung an verfolgt, sowie die Weiterentwicklung der bereits vor 1880 bearbeiteten Gebiete unter Berücksichtigung des früher Geleisteten eingehend schildert. Gegenüber der älteren Periode unterscheidet sich der Zeitraum seit 1880 besonders durch das Hervortreten der organischen Synthese (z. B. der Zucker, der Alkaloide, der Terpene und Campher, der eiweißartigen Polypeptide usw.) und durch deren Einmündung in die technische Groß-Synthese (z. B. des künstlichen Erdöls, des Kautschuks und der Hochpolymeren). Parallel damit vollzog sich ein erneutes und erfolgreiches Studium der organischen Naturstoffe (z. B. der Pflanzenfarben, des Chlorophylls und Blutfarbstoffes) und die Entdeckung der „Wirkstoffe" (z. B. der Vitamine, Hormone, Wuchsstoffe). Damit rückte die organische Chemie immer mehr in die Nähe der Lebensvorgänge, es zweigten sich ab: die Biochemie, die Enzymchemie, die Chemotherapie. Kennzeichnend für diese neue Periode ist die Bereicherung der chemischen Forschung durch die Hilfs- und Denkmittel der physikalischen Chemie und der modernen Physik, die teils zur Charakterisierung, teils zur Konstitutionsbestimmung der chemischen Individuen dienen. Eine besondere Bedeutung erlangten die Stereochemie und die Katalyse. Bei der Schilderung aller dieser Leistungen wurde angestrebt, eine jede Tatsache durch die genaue Angabe des Forschers und der Literatur (aus den chemischen Zeitschriften der ganzen Welt) zu belegen. Das Ganze stellt ein imposantes Bild der Leistungskraft und Reichweite der wissenschaftlichen und angewandten organischen Chemie dar.

Geschichte der organischen Chemie.

Erster Band: Von **C. Graebe.** X, 406 Seiten. 1920. RM 11.70; gebunden RM 14.40

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.